Phys.
o.
39a
2

GRUNDRISS
DER
EXPERIMENTALPHYSIK.

ENTWORFEN

VON

DR. C. W. G. KASTNER,

KOENIGL. BAIER. HOFRATHE, OEFFENTL. ORDENTL. LEHRER DER PHYSIK UND CHEMIE AUF DER UNIVERSITAET ZU ERLANGEN, DER KOENIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU MÜNCHEN ORDENTL. AUSWAERTIGEM UND MEHRERER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN CORRESPONDIRENDEM, ORDENTLICHEM UND EHREN-MITGLIEDE.

ZWEITER BAND.

ZWEITE VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

HEIDELBERG,
BEI MOHR UND WINTER
1821.

Dr. Haupt.

Den

Herren

S. F. HERMBSTÄDT

in Berlin

J. T. MAYER

in Göttingen

J. H. VOIGT

in Jena

und

J. C. v. YELIN

in München

hochachtungsvoll

der Verfasser.

Nur wenige Bemerkungen habe ich diesem zweiten und letzten Bande meines Lehrbuchs voranzuschicken, um mich mit dem aufmerksamen Leser über das Ganze zu verständigen. Die Aufgabe, welche ich durch die Ausarbeitung des vorliegenden Grundrisses zu lösen mich bemühte, war: von der Untersuchung einfacherer Erscheinungen zu den mehr verwickelten fortzuschreiten, und mit der Betrachtung solcher Phänomene zu enden, welche durch ihre Allgemeinheit eine letzte Beziehung aller zuvor erforschten Verhältnisse zulassen, und daher nothwendig an alle frühere Untersuchungen erinnern. Diesem gemäſs strebte ich stets, den einzelnen Erscheinungen ihre allgemeine Seite abzugewinnen, und diese so herauszuheben, daſs die specifischen Werthe der verschiedenen Materien um so bemerkbarer auf höhere gemeinsamere Werthe hindeuten, und das Ineinandergreifen aller Naturkräfte zu einem Ganzen, sich dem denkenden Geiste um so lebendiger darstellt.

Jeder der den ersten Band einer prüfenden Durchsicht würdigte, wird in ihm jene Anlage bemerkt haben, welche es möglich machte, diese Idee in vorliegendem Bande auszuführen; dessen sieben Capitel zu dem Ende folgende Anordnung der Gegenstände erhielten. Zunächst werden im VIten Cap. die Untersuchungen der Electricität durch diejenigen des *Galvanismus* fortgesetzt, sich damit endend, daſs sie den Weg zur Erforschung der eigentlich chemischen Thätigkeiten eröffnen, und so zur Bekanntschaft mit der höchst mannichfaltigen Stoffverschiedenheit der Körper vorbereiten. Bisher handelte man in den Lehrbüchern der Physik eine Menge chemischer Erscheinungen als einen so isolirten Theil der Natur ab, daſs die erhaltenen Forschungsresultate, für die vorhergehenden Untersuchungen sowohl als für die nachfolgenden, fast bedeutungslos wurden. Hildebrand suchte (in seiner dynamischen Naturlehre) zuerst diesem Vorwurfe zu begegnen, indem er (im XVtenCap. derselben) nicht „von den einfachen Stoffen und ihren Verbindungen", sondern von dem „chemischen Processe" handelte. H. läſst aber diesem Capitel die Untersuchungen des Wassers und die des Galvanismus folgen, welche Ordnung wohl für manche einzelne Phänomene erläuternder seyn mag, der obigen Aufgabe und der Einheit des Ganzen hingegen durchaus zuwider zu seyn scheint, und mich deshalb nöthigte von ihr abzugehen, indem ich im VIIten Cap. den *chemischen Proceſs* abhandele. Man wird hier das für die Chemie selbst gehörende, nämlich genaue Beschreibungen der einzelnen Stoffe und Gemische,

hoffentlich nicht ungern vermissen, während die Zusammenstellung der den chemischen Procefs erläuternden Hauptphänomene, wie ich mir schmeichle, in den Stand setzt, das Eigenthümliche und die vorzüglichsten Modifikationen der chemischen Wirksamkeit gehörig ins Auge fassen zu können. — Was ausser den schon früher untersuchten Kräften die chemische Wirksamkeit wesentlich verändert, sind die Kräfte lebender Organismen; und sollte eines Theils eine gründliche Kenntnifs des chemischen Processes möglich, andern Theils aber auch die Natur in den verwickelten Combinationen ihrer zur Individualität strebenden Kräfte verfolgt werden, so mufste das Leben der Organismen selbst, in seinen allgemeisten Verhältnissen, einer tiefer dringenden Betrachtung unterworfen werden; daher handelt das VIIIte Capitel von dem *organischen Processe.* Möge der Leser es mit Nachsicht als einen ersten Versuch aufnehmen: in einem Lehrbuche der Physik einigermafsen den Zusammenhang der Gesetze des individuellen Lebens mit denen des allgemeinen der Weltorganismen andeuten, und so der Physik ein Feld wieder gewinnen zu wollen, welches ihr ursprünglich ganz angehörte, und von dem ihr wenigstens eine allgemeine Uebersicht verbleiben sollte; um zu zeigen, dafs ihr Gegenstand die gesammte Naturthätigkeit ist. Die nun folgenden drei Capitel sind der Betrachtung des *Schalles*, des *Lichtes* und der *Wärme* gewidmet; sämmtlich Phänomene, welche nicht für die bestimmte Zeit *gegeben*, sondern in fortschreitender Entwickelung begriffen sind. Der den Experimentaluntersuchungen folgende Anhang, sollte

eigentlich, betitelt „Geschichte der Natur", in drei Capitel zerfallen, und so das ausgeführt enthalten, was jetzt aus Mangel an Raum im XIIten Capitel kaum mehr als bezeichnet werden konnte. Es sollten nämlich diese letzten Vorlesungen dazu dienen, die geschichtliche Bedeutung der erforschten Naturgesetze nachzuweisen, und indem sich dadurch zugleich der Blick für die eigentliche Naturbeschreibung erweitert, wollte ich es versuchen, meinem Wunsche Genüge zu leisten: den in der Einleitung angedeuteten innigen Zusammenhang aller Theile der Naturforschung zu beweisen.

Zur Zeit ist mir erst eine Beurtheilung des ersten Bandes dieses Versuchs, enthalten in der Hallischen Allg. Lit. Zeit., bekannt geworden; dem mir unbekannten Verfasser, dessen Eifer für die Wissenschaft und dessen kenntnifsvolle Umsicht ich schätze, bemerke ich nur, dafs meines Erachtens, ausführliche Beweise der in dem Leitfaden aufgeführten Sätze, für die Vorlesungen selbst gehören. — Es für einige heilige Pflicht haltend, nach Wissenschaft und nicht nach Meinungen zu trachten, sehe ich ruhigen Sinnes den ferneren Beurtheilungen entgegen; aber herzlich willkommen sey mir der partheilose Denker, der um das Rauschen und Toben der Menge sich nicht kümmernd, mit einer Brust voll Freude und Lust an der Natur, männlich die Hand bietet, mein Wissen zu fördern.

Heidelberg, im März 1810.

KASTNER.

Bald darauf als der erste Band der zweiten Auflage vorliegenden Grundrisses die Presse verlassen hatte, gieng jene Buchdruckerei, in welcher das Buch bis dahin in Bonn gedruckt worden war, an einen anderen Eigenthümer über, und aller Mühe ohngeachtet, welche ich meiner Seits darauf verwendete, um diesen Band nicht nur hinsichtlich des Aeusseren mit dem vorhergehenden in Uebereinstimmung zu bringen, sondern ihn auch demselben möglichst schnell folgen zu lassen, sah ich mich dennoch genöthigt, da von der erwähnten Buchdruckerei, besonders nach meinem Abgange von Bonn, weder dem einen noch dem anderen meiner Wünsche entsprochen wurde, bei meinen Verlegern darauf anzutragen, dafs der Druck vom 27ten Bogen an hier unter meinen Augen fortgesetzt und beendet werden möge. Dieses geschah, und wenn der geneigte Leser ersucht werden mufs, in den ersten 26 Bogen nachstehende Verbesserungen der §§. und Seitenzahlfolge vorzunehmen, so darf demselben wenigstens etwas Aehnliches für die hieselbst gedruckten Bogen nicht zugemuthet werden. Es mufs nämlich die der 173ten nachfolgende Seite statt mit 374 mit 174 und die der 280ten nachfolgende statt mit 201 mit 281 bezeichnet und rücksichtlich der Zahlen der §§. folgende Aenderung getroffen werden:

S. 292. statt §. 139. lies §. 141.; S. 323. st. §. 140. l. §. 142.; S. 334. st. §. 141. l. §. 143; S. 335. st. §. 142. l. §. 144.; S. 339. st. §. 144. l. §. 145.; S. 346. st. §. 145. l. §. 146., S. 348. st. §. 146. l. §. 147. und S. 365. st. §. 148. l. §. 149.

Um nun den Leser für die durch die Aenderung

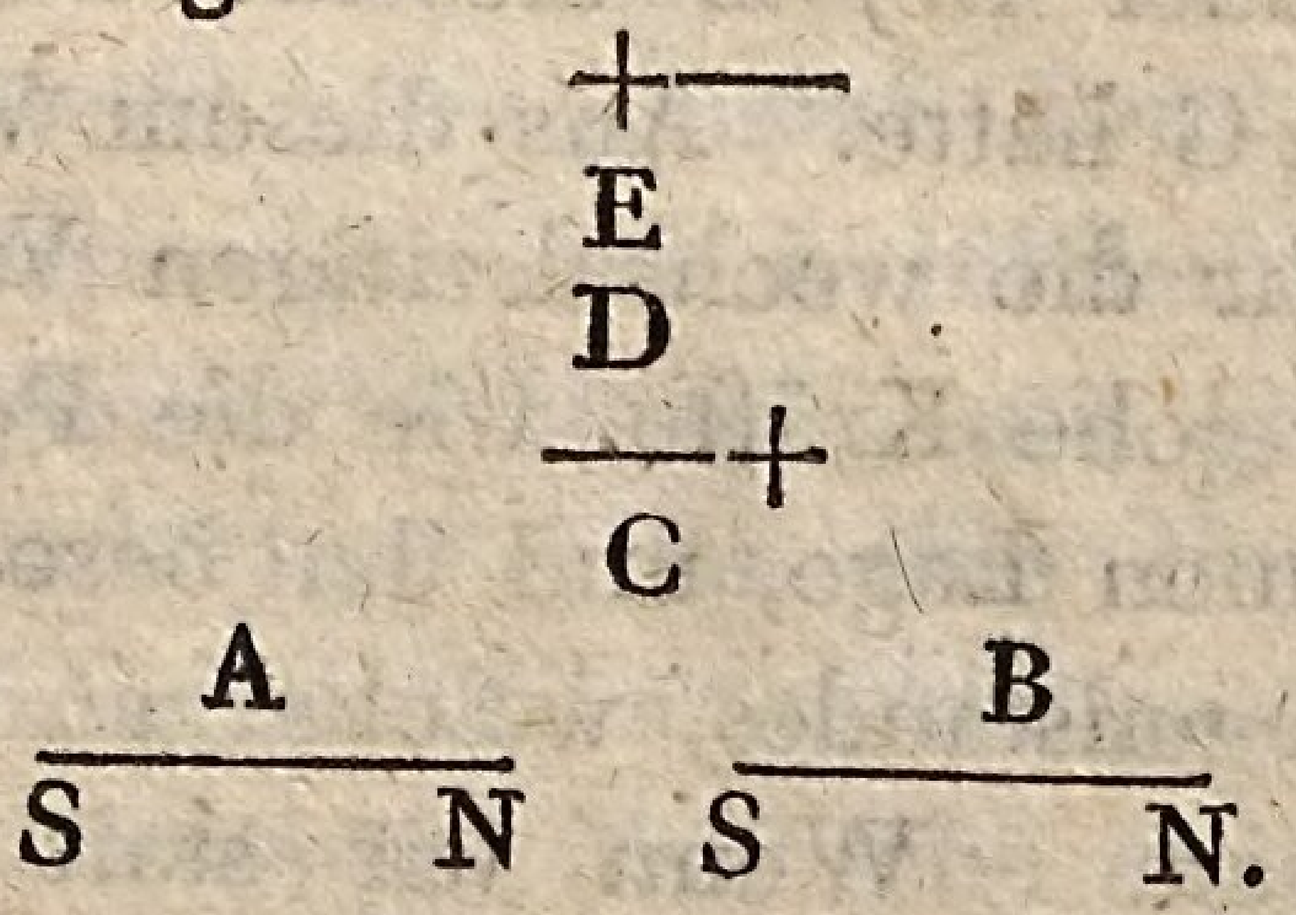
des Druckorts entstandene Verzögerung einigermaassen zu entschädigen, liefs ich fortan die den §§. beigegebenen Bemerkungen mit kleinerer Schrift setzen, und benutzte die dadurch gewonnene Raumersparung zum Einschieben von ausführlicheren, die neueren Entdeckungen über *Licht* und *Wärme* betreffenden Mittheilungen.

Bevor der Druck des zweiten Bandes begann, wurde Oersteds Entdeckung des *Electromagnetismus* in Deutschland bekannt; was davon bis Ostern 1821 zu meiner Kunde gekommen war, verarbeitete ich für den letzten, neu hinzugefügten Abschnitt des vom *Galvanismus* handelnden VIten Capitels. Die hieher gehörigen Phänomene schienen mir des Eigenthümlichen genug zu besitzen, um durch eine besondere, nicht umschreibende Benennung ausgezeichnet werden zu müssen; ich glaubte dieses vorschlagsweise durch den Ausdruck *Siderismus* thun zu dürfen, da zufällig der Name des berühmten Entdeckens eine angenehme klingende Bezeichung versagt (? die diesem Namen sonst wohl mit demselben Rechte gebührt hätte, mit dem man jene Erscheinungen, welche die Berührungselectricität unter Mitwirkung feuchter Leiter darbietet, *Galvanismus* genannt hat) und da die Ausdrücke *Electromagnetismus*, *electrochemischer Magnetismus* und *magnetischer Voltaismus* ihrer Länge ohngeachtet für die betreffenden Phänomene doch weder umfassend noch erschöpfend sind. Nun ist es freilich, den bisherigen Erfahrungen zufolge, gerade der Mangel an unmittelbarer Abhängigkeit vom Erdmagnetismus, oder an *Polarität* (dieses Wort in

jenem Sinne genommen, in welchem es S. 417. des I. Bds. gebraucht worden ist) welcher das Verhalten des magnetischen Schliefsungsdraths characterisirt, indefs steht ein mittelbares Unterordnen dieses Draths unter den Erdmagnetismus und damit unter die Wechselwirkung der Weltkörper wohl um so eher zu erwarten, da v. ALTHAUS Versuche (*dessen:* Versuche über den Electromagnetismus etc. Mit einer Vorrede von Hofrath MUNCKE, Professor der Physik in Heidelberg. *Heidelberg* 1821.) für jeden magnetischen Schliefsungsdrath, analog der von HANSTEEN bestätigten magnetischen Doppelaxe der Erde, *zwei sich* unter einem noch zu bestimmenden Winkel *schneidende magnetische Axen* nachweisen. Ausserdem erinnert der Name „Siderismus" auch an RITTER, der doch in neueren Zeiten zuerst, wiewohl ohne entscheidenden Erfolg, nach dem Verhältnifs des Erd- und des Metallmagnetismus zum Galvanismus geforscht und dieselbe Benennung für analoge (freilich starkem Zweifel unterliegende) Erscheinungen gebraucht hat (d*essen* Siderismus. *Tübingen* 1808. 8.). Meine eigenen weiteren, die OERSTED'sche Entdeckung betreffenden Versuche, erstrecken sich zunächst auf das *electromagnetische Ladungsverhältnifs* der *Nerven-* und *Muskelfaser*, der *regulinisch gefällten Metalle* im Fällungs- und Krystallisirungsmomente und der *erstarrenden* (vorzüglich der krystallisirenden) *Substanzen überhaupt*; ausserdem habe angefangen auf dem Wege des Experiments zu fragen, nach dem Verhalten des *Wassers von einer Temperatur unter* $3\frac{1}{2}°$ *R.*, des *polarisirten Lichtstrals*

und der *keimenden Saamen* sowohl zur möglichst empfindlichen frei beweglichen Magnetnadel, als auch zum electromagnetischen Schliefsungsdrathe; aber meine Versuche bedürfen noch mannichfach abzuändernder, störende Eingriffe der Umgebungen möglichst vollkommen beseitigender Wiederholungen, um mitgetheilt werden zu können. Mit dem *Krystallmagnetismus* beschäftigte ich mich von Zeit zu Zeit bereits seit 1812 (vergl. meine „Einleitung in die neuere Chemie. *Halle* 1814. 8. S. 230.“; meine „Vergleichende Uebersicht des Systems derChemie. *Halle* 1820. 4. S. 14 ff.“ und meine „Grundzüge der Physik und Chemie. *Bonn* 1821. 8. S. 343.“) und ich hoffe wenigstens diese Versuche noch im Laufe dieses Jahres beenden, und das Ergebnifs derselben, so wie der übrigen, *im nächsten Abschnitt der* erwähnten *Vergleichenden Uebersicht des Systems der Chemie* den Naturforschern zur Prüfung vorlegen zu können. Einige dieser Versuche erinnern an ähnliche von Robison, an die ich selbst erst wieder dachte, da ich die meinigen anzustellen mich anschickte; der Vollständigkeit wegen möge hier nachstehende R'sche Versuche, als Nachtrag zum IVten Cap., stehen, die Robison in der „Encyclopaedia brittannica“ unter dem Titel *Magnetism* beschrieben und in seinen Anmerk. zu Black's Vorles. über die Grundl. der Chemie I. S. 435. nach Voranschickung folgender Bemerkungen wieder mitgetheilt hat.“ Wenn man ein Stück Eisen an den Nordpol eines Magneten hängt, und wir bringen den Südpol eines anderen Magneten dem Orte der Vereinigung nahe, so fällt

das Eisen sogleich herab (analog der Zersetzung eines Gemisches in Folge sog. einfacher Wahlverwandschaft; z. B. theilweisähnlich der Ausscheidung der schwächeren Kohlensäure des kohlensauren Kalks durch die *stärkere* Schwefelsäure). Wenn wir ferner an den Pol eines Magneten ein Stück Eisen hängen, so schwer als er es tragen kann, und wir versuchen dann noch ein anderes Stück Eisen neben dasselbe zu hängen, so fällt der erste sicher herab (vergl. hiemit die von mir beobachtete anfängliche Verminderung der Ablenkungskraft, welche ein Magnet auf eine als Magnetometer dienende Boussole-Nadel ausübt, wenn ihm ein Stück unmagnetisches Eisen zugelegt wird; I. S. 424 u. 431.). Wir wissen, dafs eine negativ electrisirte Metallplatte einen Metallstab sehr stark anzieht; so wie eine positiv electrisirte Platte dasselbe thut. Und doch wissen wir auch, dafs eine geladene Glastafel, deren eine Seite im höchsten Grade positiv, und deren andere ebenso sehr negativ ist, kaum einige Anziehung gegen den Metallstab äussert. Eine noch passendere Erläuterung (des Einflusses, den die verschiedene Stärke der Anziehung auf den Erfolg hat) giebt uns folgende merkwürdige Erscheinung an dem Magnet:



Wenn man zwei gute Magnete A und B von glei-

cher Kraft auf den Tisch gelegt hat, mit dem Nordpol von A an den Südpol von B, so daſs sie eine grade Linie bilden, so nehme man eine sehr kleine Kompaſsnadel, und bringe sie in C. Die Nadel wird sich sogleich parallel mit den Magneten A und B richten, und ihre Pole werden dieselbe Richtung annehmen, wie die der Magnete. Zieht man sie perpendicular von den beiden Magneten ab, so wird man finden, daſs ihre Polarität allmählig abnimmt, wie man aus den langsamer werdenden Schwingungen sehen kann. In einer gewissen Entfernung in D, scheint ihre Kraft *ganz aufgehört zu haben*, denn sie bleibt in jeder Lage, die man ihr giebt. Zieht man sie noch weiter davon ab, so wird man ihre Kraft wiederkehren sehen, aber mit *umgekehrter* Polarität. Bei E, das so weit von D, als D von C ist, hat sie gerade die umgekehrte Richtung. Während die Nadel in E ist, ziehe man die Magnete weiter auseinander, und zwar beide gleich weit von dem Mittelpunkte zwischen ihnen, und so, daſs sie in derselben Linie bleiben. In einer gewissen Entfernung wird die Kraft von E wiederum zerstört, und sie (die Nadel) behält jede Lage; trennt man die Magnete noch weiter, so erhält (die Nadel in) E dieselbe Polarität wieder, welche sie in C hatte. Aus diesem Versuche sehen wir, wie sehr die wechselseitigen Verhältnisse der Theilchen, welche Kräfte, wie die Polarität, haben, von der genauen Lage, und der besonderen Constitution des Gegenstandes, welcher auf sie wirkt, abhängen müssen. Wenn wir statt *einer* kleinen Magnetnadel, welche wir nach einander in C, D

und E bringen, verschiedene anwenden, welche sich auf Stiften drehen, die in kleinen Fuſsgestellen stecken; so werden wir sehen, daſs sie alle verändert werden, und einander mit ihren nächsten Polen anziehen. Wird die Distanz von A und B gehörig verändert; so wird die Kraft der kleinen Nadeln gleichfalls verändert, und jeder Pol stöſst den zurück, den er angezogen hatte." — Es scheint, daſs man bei diesen Versuchen nicht vergessen muſs, daſs jeder Magnet *mehr als einen* (vorherrschenden) *Nord- und Südpol hat* (vergl. J. Weber's Lehrb. d. Naturwissenschaft. *Landshut* 1806. 8. S. 14 u. ff.), deren Axen einander schneiden, und daſs nur die Kenntniſs der Winkel, unter welchen sich z. B. zwei Hauptaxen desselben Magnets schneiden, in den Stand setzt, auf die Richtung zu schlieſsen, in welcher je zwei gleichnamige Pole vereint in die Ferne wirken. Ausserdem bringt Robisons Versuch die Frage nach *magnetischen Atmosphären* (ähnlich den electrischen) zur Sprache, deren gehörige Beantwortung nicht wenig beitragen dürfte zur Aufhellung des Dunkel, welches annoch über die Natur des Magnetismus verbreitet ist. — Meine *Nickelnadel* zeigte bei der Wiederholung der Robisonschen Versuche einen ähnlichen, wiewohl schwächeren Erfolg; so wie sie auch als *traversirender* (d. i. in der Declinations-Ebene schwingender) Magnet, mit geringerer Geschwindigkeit schwingt, als eine ihr hinsichtlich des Gewichtes und der Länge gleichende Stahlnadel. Noch erinnern Robisons Versuche an die Beobachtungen des Aëronauten Sacharow, der in einer

gewissen Höhe über der nördlichen Halbkugel der Erde, die Magnetnadel nicht mit ihrem sog. Nordpole sondern mit ihrem Südpole *sich neigen* sah; gab es zwischen dieser Höhe und der senkrecht darunter befindlichen Erdoberfläche eine Stelle, wo die Nadel weder mit dem einen, noch mit dem anderen Pole inclinirte?

Thenard's merkwürdige, die *Oxydation des Wassers* betreffende (bei der von mir veranstalteten gelungenen Wiederholung, mit nicht geringen Schwürigkeiten verknüpft gewesene) Versuche, veranlaſsten mich bereits im Sommer 1819 es zu versuchen: ob sich das Wasser nicht auch mit *Wasserstoff* übersetzen lasse? Mir schien der „Schwefelwasserstoff" am meisten geeignet, diese Frage zu beantworten, indem er durch Metalle seines Schwefels beraubt werden kann, und wirklich war ich bereits zur erwähnten Zeit im Stande der niederrheinischen naturforschenden Gesellschaft in Bonn einen kurzen Bericht über die chemischen Wirkungen des wiewohl sehr schwach *hydrogenirten Wassers* abzustatten; vergl. m. *Grundzüge* S. 499. Späterhin habe ich in der Zersetzung der hydrothionsauren Alkalien, des Phosphorwasserstoffs, ja selbst in den Auflösungen verschiedener Wasser zersetzenden Metalle — in hinreichend verdünnten und während des Auflösens *kalt* erhaltenen Säuren — Mittel gefunden, um jenen Zweck vollkommener zu erreichen, und werde darüber ebenfalls ausführlich berichten im nächsten Abschnitte m. Uebers. des *Systems der Chemie*.

Erlangen, im December 1821.

Kastner.

INHALT.

VI. CAPITEL.

Von dem Galvanismus - - - S. 1.

A) Von der Erregung und Leitung des galvanischen Verhältnisses. B) Von den Wirkungen der einfachen GALVAN. Kette. C) Von den Wirkungen zusammengesetzter Ketten; oder von der VOLTA'schen Säule. D) Von den trocknen Säulen. E) Von dem Siderismus.

VII. CAPITEL.

Von dem chemischen Processe und von den ihm unterwerfbaren Stoffen - - - S. 179.

A) Von dem chemischen Processe im Allgemeinen. B) Von der Lösung. C) Von der Auflösung. D) Von der Verbrennung. E) Von der Gährung und von Erzeugung der künstlichen Aether und Naphthen. F) Von den stöchiometrischen Verhältnissen der Chemischwirksamen.

VIII. CAPITEL.

Von dem organischen Processe - - S. 334.

IX. CAPITEL.

Von dem Schalle - - - S. 348.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung des Schalles. B) Von der Erregung, Verstärkung und Fortpflanzung des Schalles. C) Von der Zurückwerfung des Schalles. D) Von den Schwingungsknoten. E) Von den Tönen.

X. CAPITEL.

Von dem Lichte - - - S. 390.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung des Lichtes. B) Von der Erregung und Fortpflanzung des Lichtes. C) Von der Zurückwerfung und Beugung des Lichtes. D) Von der Brechung des Lichtes. E) Von den Farben. F) Von der Stralentheilung (Magnetisirung) oder Polarisation des Lichtes. G) Von dem Schatten und von den Photometeoren. H) Von den Veränderungen, welche durch den Einfluſs des Lichtes in den Körpern hervorgebracht werden. I) Von dem Auge und von den optischen Werkzeugen.

XI. CAPITEL.

Von der Wärme - - - S. 551.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung und von der Erregung der Wärme und der Kälte. B) Von der Fortpflanzung der Kälte und der Wärme. (Mittheilung, Leitung und Stralung.) C) Von den Wirkungen der Wärme und der Kälte auf die Anziehungs- und Abstoſsungsverhältnisse der übrigen Naturwesen. D) Von den Thermometeoren.

ANHANG.

XII. CAPITEL.

Geschichte der Natur - - - S. 667.

A) Von der Entstehung der Weltkörper. B) Von der Gestaltung einzelner Materien.

Register des I. und II. Bandes - - S. 691.

Verbesserungen

des ersten Bandes, ausser den bereits angezeigten.

Seite	55	Zeile	7	von unten statt leitende lies *leidende*
—	87	—	13	v. u. st. als wie l. *als*
—	92	—	20	v. oben st. Q : q l. Q : b
—	133	—	22	v. o. st. Strarren l. *Starren*
—	242	—	5	v. o. st. stets l. *gewöhnlich*
—	251	—	14	v. o. st. Senne l. *Sonne*
—	281	—	15	v. u. st. Streben l. *Zerflieſsen*
—	297	—	12	v. u. st. Sosern l. *Sofern*
—	347	—	8	v. u. st. Torriel l. *Torricel*
—	398	—	13	v. u. st. Efflorenz l. *Efflorescenz*
—	411	—	13	v. u. st. gelbes zinnweiſses l. *zinnweiſses*
—	420	—	2	v. o. st. Magan l. *Mangan*
—	425	—	4	v. o. st. Megnetische l. *Magnetische*
—	463	—	1	v. o. st. 263 l. 463
—	487	—	1	v. o. st. 387 l. 487
—	512	—	15	v. o. st. eniladenen l. *entladenen*

Verbesserungen
des zweiten Bandes.

Seite 13	Zeile 4	von unten statt nud lies *und*	
— 72	— 19	v. u. st. Bitter l. *Ritter*	
— 259	— 4	v. oben st. velgl. l. *vergl*	
— 276	— 15	v. o. setze nach Pfeffers ein? und nach dem) 14) Chinin, 15) Cinchonin, 16) Nicotianin	
— 311	— 15	v. o. setze nach Flüssigkeiten keinen	
— 313	— 1	v. u. st. ind l. *sind*	
— 335	— 11	v. u. st. Einqeit l. *Einheit*	
— 353	— 4	v. o. st. Arnemanaische l. *Arnemannische*	
— 371	— 14	v. u. st. Chladi l. *Chladni*	
— 446	— 18	v. u. st. 65 l. 6,5	
— 447	— 4	v. u. st. dafc l. *dafs*	
— 461	— 7	v. u. st Erfahrunden l. *Erfahrungen*	
— 464	— 22	v. u. st. momentane l. *monotone*	
— 480	— 11	v. o. st. jedes leuchtenden Puncts l. *jeder leuchtende Punct*	
— 497	— 12	v. u. st. crfolgt l. *erfolgt*	
— 566	— 3	v. u. st. er l. *es*	
— 566	— 14	v. u. st. Aufföung l. *Auflösung*	
— 590	— 15	v. u. st Mekur l. *Merkur*	
— 597	— 11	v. o. st. 7) l. 8)	
— 597	— 18	v. o. st. mit l. *wird*	
— 597	— 12	v. u. st. dem Hauptbrennraume l. *den Hauptbrennraum*	
— 634	— 13	v. u. st. Wasserverlust l. *Massenverlust*	
— 655	— 10	v. u. st. 10) l. 8)	
— 655	— 17	v. u. st. 9) l. 7)	
— 664	— 13	v. o. st. Fufsdampf l. *Fufs Dampf*	
— 695	— 9	v. u. st. Destiliren l. *Destilliren*	
— 698	— 10	v. u. st. grofse Vorzeit l. *grofse der Vorzeit*	

VI. CAPITEL.

VON DEM GALVANISMUS.

A) Von der Erregung und Leitung des galvanischen Verhältnisses.

§. 115.

XXXI. Vers. Legt man eine Zink- und eine Silberplatte, von denen jede wenigstens 8″ im Durchmesser hat, mit ihren ebenen möglichst glatt geschliffenen platten Oberflächen auf einander, so bilden sie einen Electromotor (S. 514) dessen Ladungsstärke hinreicht, ein thierisches Electroskop (z. B. ein Froschpräparat; vergl. S. 513) zu erschüttern; d. h. es erhalten beide Platten durch die blosse Berührung entgegengesetzte Electricitäten, das Zink + E, das Silber — E; jedoch von einer so geringen Spannung, dafs dieselbe auch an einem sehr empfindlichen Electrometer nur mittelst der oft-

maligen Verstärkung des E durch den Condensator (S. 499) bemerkbar wird. Auch muſs, aus den S. 499 entwickelten Gründen, um die eine der Platten auf den Condensator hinreichend wirksam zu machen, die andere mit einem guten Leiter in leitende Verbindung gesetzt werden.

Bemerk. 1) Da bei einer 120maligen Verstärkung durch den Condensator, Volta's Strohhalmelectrometer nur auf 2° Divergenz gebracht wurde, und da der Versuch ausser gespannter Aufmerksamkeit, gehöriger Ruhe etc. mehr Zeit heischt, als gewöhnlich andere nothwendige Versuche in den Vorlesungen übrig lassen, so kann er hier nicht füglich beigebracht, sondern nur die dazu nöthige Vorrichtuug gezeigt, und der Cauteln zur glüeklichen Beendigung desselben gedacht werden. Er ist indeſs durch die vorzüglichsten Experimentatoren unserer Zeit bestätigt worden, und der Einwurf, welchen Einige machten, »als habe sich Volta durch zufällig in seinen Condensationswerkzeugen erregte Electricität täuschen lassen, so daſs die Divergenzen welche er erhielt, nur Erfolge der Reibung uud Bewegung der Scheiben und der zufälligen electrischen Ladung der Atmosphäre seyen,« ist späterhin durch die Wiederholung des Versuchs mit vollkommeneren Instrumenten beseitigt worden Wichtiger scheint eine andere zuerst von Fowler gemachte Bemerkung; »daſs die electr. Spannung der Platten, nur Erfolg einer Wasserzersetzung sey, die dem hygroskopischen Wasser der Metallplatte wiederfahre»; indeſs versichern dagegen mehrere Physiker den Versueh mit sehr trocknen Metallplatten glücklich beendet zu haben, und Volta sah durch augenblickliche wechselseitige Berühruug einer Zink- und Silberplatte, von denen die eine isolirt war, das Bennetsche Electrometer von 2—3 Linien divergiren.

vergl. VOLTAS letzte Untersuch. über den Galvanism vor Erfind. der Säule. In Briefen an ALDINI. Aus BRUGNATELLI's Annali di Chimica übers. in RITTERS Beiträg. II. Bd. S. 28—30.

2) Ist der Deckel des Condensators von Zink, so macht ihn die Zinkplatte des obigen Vers. sogleich positiv electrisch, und ist der Deckel von Silber oder Kupfer, so wird er durch die Silberplatte des Vers. —E erhalten. Will man hingegen im letzteren Fall das + E des Zinks dem Deckel zuführen, so wird er bei der Berührung mit der Zinkplatte indifferent bleiben, weil er die Wirkung des Silbers von der anderen Seite aufhebt; man mufs daher entweder die obige Bedingung erfüllen, und einen Zinkdeckel anwenden, oder (aus später zu erläuternden Gründen) zwischen den kupfernen Deckel und die berührende Zinkplatte eine Wasserschicht, z. B. eine nasse Tuchscheibe legen. Nach ERMAN (GILBERT's Ann. XI. 1. S. 90) zeigt sich übrigens das E der Platten weit stärker, wenn man mittelst isolirender Handgriffe (womit die Platten zu versehen sind), die den nahen Condensator berührende Platte bei der Berührung ein wenig aufhebt, weil während derselben beide E einander doch etwas binden; und läfst man zwei grosse glatt geschliffene Platten der Art, mehrere Stunden hindurch, sich gegenseitig genau berührend, auf einander liegen, so kann man beide E zugleich zeigen, wenn man die Platten mittelst gläserner Handgriffe von einander entfernt. — Um zu erfahren von welcher Art die so erhaltene Electricität sey, giebt man Acht, ob die zuvor bewirkte Divergenz des Electrometers, bei Annäherung einer durch Reiben electrisch erregten Glas- oder Siegellakstange ab- oder zunimmt, oder benutzt dazu das v. BOHNENBERGER'sche Elektrometer, vergl. S. 472. — Ueber VOLTA's Verfahren bei den hieher gehörigen Vers. und deren Abänderungen vergl.

auch m. Grundzüge der Physik und Chemie S. 386 u. f.

3) Eine ähnliche electrische Erregung tritt überhaupt zwischen zwei festen Leitern ein, wenn sie von verschiedenartiger Qualität sind; und die Spannung ist nach der wechselseitigen Berührung um so grösser, je mehr die Leiter heterogen sind, und je weiter sie in dieser Hinsicht von einander abstehen; so dafs die Spannung zweier Körper a und z jedes Abstandes in der Spannungsreihe, gleich ist der Summe aus den einzelnen Spannungen von ab, bc, cd, etc. bis und mit yz. Nach Ritter ist die Erregung (Störung des electrischen Gleichgewichts) zwischen Zink und Platin am stärksten; dem Platin folgen Merkur (Quecksilber), Silber, Gold, Kupfer, Nickel, Holzkohle, Reisbley, natürl. Manganoxyd und natürl. Titanoxyd (Oisanit); auf der + E Seite folgen dem Zinke mit abnehmender Erregungsfähigkeit: Bley, Zinn, Eisen, Stibium, Arsenik, Wismuth (und Messing). Kleine fremdartige Beimischungen ändern indefs diese Folge oft sehr bedeutend. Nach Volta ist jene Störung zwischen Zink und Silber = 12; zwischen Zink und Bley = 5; Eisen und Zinn = 3; Kupfer und Silber = 1; Eisen und Kupfer = 2 und zwischen Zinn und Bley = 1; mithin gibt Zink und Silber so viel Berührungs + E und — E (ersteres am Zink, letzteres am Silber) als die übrigen zusammen genommen. — Da man eine solche Erregung der Electricität vorzüglich nur bei festen Leitern bemerkt, und da dieselbe für diese so Gesetz ist, dafs jede Wegnahme der Electricität neue Ansammlung derselben zur Folge hat, und mithin die Spannung dieselbe bleibt, so lange die Berührung unter denselben Umständen unter denen sie anfänglich gegeben war, Statt

findet; so unterscheidet man die festen, trocknen Leiter von den flüssigen, nach VOLTA durch die bereits erwähnte (§. 107. N. 1.) Eintheilung in zwei Klassen, und nennt überhaupt diejenigen Körper, welche durch blosse wechselseitige Berührung Electr. erregen, Erreger (Excitatores). Ein ziemlich vollständiges Verzeichniſs derselben, findet sich in RITTERS Beitr. I. Bd. IV. St. Bei Isolatoren reicht blosse Berührung zur Electricitäts-Ansammlung nicht hin, sondern es bedarf stets des Druckes, Stosses etc. und vorzüglich der Reibung, d. i. einer Behandlung, wobei die Berührenden während der Berührung zugleich Wärme erregen, ohne daſs diese sehr merklich wird. — WINTERL nahm an, daſs hier und in ähnlichen Fällen die Wärme in + E. u. — E zersetzt werde, wogegen das Nichterscheinen merklicher Wärme beim Einen des + E und — E der Maschinenelectricität spricht. Dagegen sucht HARE zu zeigen, daſs vorzüglich die Berührungs-Electricität Wärme (bindend) in sich aufnehme, und bei dem späterhin zu erwähnenden Erglühen der Metalldräthe durch Galvanismus diese Wärme wieder frei lasse; mehr hierüber weiter unten.

4) Nach VOLTA (Philos. Transact. for the Year 1800. NICHOLSONS Journal of natural philosophy etc. Lond. 1800. 4.) besteht die unter obigen Umständen eintretende electr. Vertheilung (vergl. §. 108.) in einem eigenthümlichen electrischen Processe, den man wohl am richtigsten durch den Ausdruck magnetischer Electricismus bezeichnet, und dadurch von dem electrischen Magnetismus unterscheidet; vergl. S. 385. 403. 432. 440 etc. d. I. B. dies. Grundr. Bei dieser besondern Art von Störung des electrischen Gleichgewichts, ist nämlich das + E welches das Zink, und das — E welches das Silber, durch die Berührung erhält, so in Spannung gehalten, daſs sich beide E nicht völlig binden, sondern jedes E noch für sich, von

der nicht berührten abgewendeten Seite des Metalles aus, auf andere Körper zu wirken vermag; vergl. N. 1. dies. §. Eine ähnliche magnetisch-electrische Entgegensetzung, wollen zwar einige Physiker schon bei einem Metalle bemerkt haben, namentlich an einer Eisenstange, die man gegen die Erde stöfst, und die nach dem Stosse an ihren beiden Enden entgegengesetzte E zeigen soll (Schuster's Darst. d. Winterlschen Syst. d. Chem. II. 152.); aber es mangelt einer solchen electr. Vertheilung die Permanenz, welche jene der beiden heterogenen Metallplatten charakterisirt: nach Wegnahme der Elektr. findet keine neue Ansammlung Statt.

5) Es läfst sich auch der Fall denken, dafs bei der Berührung zweier Leiter, die electr. Spannung sich gerade nicht als Gegensatz von + und — E, sondern nur als Unterschied von + und +, oder — und — E, darstellt; der Erfolg würde dann aber derselbe seyn, wenn dieser Unterschied nur genau dieselbe Grösse hat. Z. B. 4 + und 2 + E geben dieselbe Spannung als 2 — und 4 — E, und beide, nebst 2 + und 0, oder 0 u. 2 — E, dieselbe als 1 + u. 1 — E. Ritter's Phys. chem. Abhandl. III. Band. Leipz. 1806. 8. S. 274. etc.

6) Auch die feuchten Leiter bilden bei der Berührung unter sich, höchst geringe Spannungen; grösser fallen diese aus zwischen sich berührenden festen und flüssigen Leitern, jedoch stets schwächer, als wenn beide Berührende der ersten Klasse von Leitern angehörten. So ist z. B. bei dem Contacte zwischen einem festen Leiter und Wasser, die Spannung um so geringer, je näher der feste Leiter dem — E Ende der bei N. 2. aufgeführten Reihe steht; das Wasser selbst erhält dabei gewöhnlich + E, der feste Leiter — E. Ritter a. a. O.; jedoch ist zu bemerken, dafs glühende Metalle durch die Berührung des Wassers positiv electrisch werden, während das Wasser wahr

scheinlich negativ electrisch wird. Vergl. S. 444 dies. Grundr. Nach Davy's neueren Beob. erhält übrigens Ritter's Spannungsreihe (vergl. §. 483 u. f.) eine sehr bedeutende Berichtigung; während Rs. sämmtliche feuchte Leiter nach dem einen negativen Ende stehen, und er alle feste Leiter mit ihnen positiv werden läſst, fallen nach Davy diese Leiter der ersten Klasse zwischen Säuren und Alkalien, indem die ersteren mit den Metallen — E, die Alkalien hingegen + E erhalten sollen, vorausgesetzt wenn beide, Säuren und Alkalien, trocken mit den Metallen in Berührung gesetzt wurden. Vergl. Gehlens Journ. f. Phys. Chem. u. Miner. V. I. S. 1 etc. Nach Pfaff zeigten auch flüssige Säuren und Alkalien ein ähnliches Verhalten a. a. O. S. 62. 93 etc. Für die Alkalien macht das Eisen nach P. und für eins derselben auch das Stibium eine Ausnahme, indem es positiv wird. Das Verhalten der Säuren wird ganz nach dem Grade ihrer Concentration bestimmt. Concentrirte Säuren werden mit allen negativ, verdünnte positiv; nur macht die Salpetersäure und die mittelst derselben gebildeten Neutralsalze, eine merkwürdige Ausnahme, indem sie mit den Metallen nicht + sondern — E erhalten. Concentrirte Salpetersäure wird mit dem Eisen — E, das Eisen möglichst +; sehr verdünnte Salpetersäure hingegen +. Vergl. Pfaff a. a. O.

7) Man vergl. Volta's erste Abhand. über die galvan. Electricität, aus den Ann. d. Chemie übers. in Gilberts Ann. X. 4. S. 421 und vollständiger in Pfaffs und Friedländer's französ. Annal. etc. Hamburg 1802. S. 1. Volta in Grens n. Journ. d. Phys. IV. 4. S. 474. C. H. Pfaffs Grundzüge d. Voltaischen Theorie der Säule, in Gilberts Annal. X. 2. S. 216. C. C. Jager ebendas. XIII. 4. S. 399. Erman ebendas. XI. 1. S. 90. 93. etc. Ritter's Electr. System d. Körper. Leipz. 1805. 8.

J. C. L. Reinholds Geschichte des Galvanismus, nach Sue d. ä. Leipz. 1803. 8. Trommsdorf Geschichte des Galvanismus etc. besonders abgedruckt aus dessen Syst. Hb. d. Chemie. Erfurt 1803. 8. v. Crells Annal. 1801 etc. Voigts Magaz. Trommsdorfs Journ. B. XI u. XII. Simon in Scherers Journ. d. Chemie. VI. S. 3. etc. Succows neueste Entdeck. in d. Chemie. VI. etc. Webers Galvanismus, eine Zeitschr. III. H. Pfaff, Scheele und Rudolphi Nordisch. Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft. Gehlens N. A. Journ. d. Chemie; dessen Journ. f. Phys. u. Chem. und dessen Journ. f. Phys. Chem. u. Mineralogie. Ritters Beiträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus. I. II. B. Jena 1800—1805. 8. Dessen Fragmente aus dem Nachlaſs eines jungen Physikers. Heidelberg 1810. 8. W. Pfaff: der Voltaismus. Stuttgart 1803. 8. u. dessen: Uebersicht über den Voltaismus. Ebend. 1804. 8. Aldini: Essai theoretique et expérimentale sur le Galvanisme. Paris An. XII. 1804. 8. Delametherie: Journal de Physique. Van Mons: Journ. de Phys. et Chem. Izarn: Manuel du Galvanisme. Paris. An. XII. 1804. 8. u. vorzüglich Singer's Element der Electric. etc. a. a. O.

§. 114.

Häuft man mehrere Platten heterogener Metalle auf einander, so wird dadurch ebenfalls nur einfache electrische Spannung hervorgebracht, und jede zwei Endglieder einer auf gleiche Weise entstandenen noch so langen Schichtung von heterogenen Leitern aus derselben Klasse, zeigen den nämlichen Zustand electrischer Differenz, zu welchem diese beiden Glieder durch unmittelbare Berührung gelangt seyn würden. Läſst man nun diese beiden Endglieder sich wechsel-

seitig berühren, ohne sie von den übrigen Zwischengliedern der Reihe zu trennen, so wird dadurch die Spannung, weder die der Endglieder noch überhaupt der ganzen Schichtung, keinesweges geändert; und kann es auch dem vorhergehenden zufolge nicht, da jene Berührung der Endglieder nicht mehr zu erwirken vermag, als je zwei Glieder zuvor schon unter sich bewirkt hatten, nämlich das Eintreten electrischer Spannung von einer bestimmten Grösse.

§. 115.

Soll aber die Thätigkeit der berührenden Glieder nicht bloſs auf electrische Spannung hinausgehen, sondern vielmehr als galvanischer Proceſs (§. 111.) erscheinen, so muſs dem Berührungs-Electromotor ein flüſſiger chemisch-zersetzbarer Leiter beigegeben werden welcher, indem er schlechter leitet, als jeder der Electrictäts-Erreger, die Möglichkeit gestattet, eine (wenn auch nur kurze) Zeit hindurch die von entgegengesetzten Richtungen her einströmenden E (das + E des einen und das — E des andern Erregers) dergestalt von einander getrennt anzuhäufen, daſs sie das chemische Gleichgewicht des Leiters zu stören (S. 494) und denselben entweder wirklich zu zersetzen, oder doch ungleich zu vertheilen vermögen. Indem aber die das entstehende + E und — E andauernd nacherzeugenden Erreger mit ihren Electricitäten chemisch zersetzen, bringen sie in dem flüssigen Leiter eine electrische Rückwirkung (des in demselben nun entwickelten chemischen Gegensatzes) zu Stande, welche die sogenannte Thätigkeit der Erreger und des flüssigen Leiters als eine

in sich selbst zurückkehrende Wechselwirkung magnetisch-electrischer Erregung, electrisch-chemischer Zersetzung und chemischer Störung des electrischen Gleichgewichts, d. i. als einfache galvanische Kette darstellt. Diese entfaltet mit jener Verbundenheit (der in ihr wechselnd Statt habenden verschieden gearteten Ein- und Rückwirkungen) gewissermaſsen die Grundzüge jener Thätigkeiten im Vorbilde, welche im Leben jedes einzelnen selbstthätigen (als solcher der äusseren und inneren Erregung die innere Selbstthat entgegensetzenden) Organismus zu einem in sich vollendetem Gebilde ausgeführt erscheinen. — So verschiedenartig auch die einzelnen Erreger der galvanischen Kette seyn mögen, so gewähren sie diese doch nur in so fern, als sie bei ihrer Schliessung (d. i. bei der leitenden Verdindung ihrer Endglieder) in irgend einem homogenen Körper (Wasser) eine electrische Vertheilung oder Verschiedenheit von electrischem Werthe entstehen machen, welche dieser homogene Körper nicht zu unterhalten vermag.

Bemerk. 1) Volta fand zuerst die Nothwendigkeit des Vorhandenseyn dreier heterogenen Glieder der beiden Klassen von Leitern, zur Darstellung jenes galvanischen Wirkungskreises oder einer galvanisch thätigen sogenannten Kette; von denen entweder zwei der ersten und eins der zweiten Klasse angehören, z. B. Zink, Silber und Wasser, oder zwei der zweiten und eines der ersten Klasse zufallen, z. B. concentrirte Salpetersäure, Wasserschicht und Metall.

2) Total geschlossen nennt man die Kette, wenn der homogene Körper (§ 115 unten) eben so gut oder besser leitet, als das Körperpaar, welches die aufzuhebende electrische Differenz liefert; partiell

geschlossen hingegen, wenn derselbe schlechter leitet. Nur im letzten Falle kann die aufzuhebende Differenz bemerkbar werden, und zwar in dem Maase, wie jener homogene Körper schlechter leitet, als das heterogene Körperpaar. Die Action einer Kette ist um so grösser, je mehr sich die Schliessung der totalen nähert, und verhält sich wie die absolute Menge der in einer gegebenen Zeit vertheilt und ausgeglichen werdenden Electricitäten. Ritter a. a. O. S. 279.

3) Das Vermögen zu leiten besitzen die Körper der ersten Klasse in weit höherem Grade, als die der zweiten (§. 107.), und im Allgemeinen kann man sagen (unter sich verglichen) um so besser, je verbrennlicher sie sind (S. 441—442). Nach Cavendish leitet das Merkur (Quecksilber) mit einer 40,000 mal grössern Geschwindigkeit als das reine Wasser. Ströhmte in das die Kette schliessende Merkur in derselben Zeit 40,000 mal mehr + E und — E ein, als in Wasser ströhmend hinreicht, dasselbe zu zersetzen, so dürfte dadurch wahrscheinlich das chemische Gleichgewicht der Merkurbestandtheile aufgehoben werden? Die Leiter der zweiten Klasse leiten, unter sich verglichen, in noch weit mehr von einander verschiedenen Graden, als die der ersten; und nach Ritter und einigen andern Beobachtern gilt hier folgendes:

a) Alle wässerige Lösungen solcher verbrennlichen Körper, die für sich mehr oder minder isoliren, leiten im Allgemeinen schlechter; z. B. die Lösungen des Zuckers, Gummi's, der Naphthen, des Weingeists, der Schwefelalkalien etc.

b) Alle wässrige Lösungen mehr oder minder verbrannter Körper, leiten im Allg. besser, und zwar um so vorzüglicher, je mehr sie vor der Lösung ver-

brannt waren; z. B. die Lösungen der Alkalien, und einiger Metalloxyde, und vermuthlich auch ausserordentlich gut die der Erden, wenn es möglich wäre sie für sich in Wasser zu lösen; ferner diejenigen der Salze und Säuren, vorzüglich der oxygenirten Chlorsäure, und zwar um so besser, je concentrirter dieselben sind.

c) Feuchte oder flüssige thierische Theile leiten besser als vegetabilische, und jede von beiden um so mehr, je höher die Rolle war, die der Theil im Ganzen spielte, und je höher dieses Ganze selbst in der Reihe der Organisationen stand. So gehören z. B. die Nerven des Menschen zu den vorzüglichsten Leitern. Ausserdem verdient noch bemerkt zu werden, dafs das Leitungsvermögen und die Action der Leiter in der Kette überhaupt wächst, bei übrigens gleichen Umständen, in dem Maase wie die Berührungsflächen zu- und die Höhen der Wasserschichten abnehmen, und in dem Verhältnifs, wie die Spannung zunimmt, die in dem Leiter zur Ausgleichung kommen soll.

4) Aus Erman's scharfsinnigen Versuchen über das Leitungsvermögen der Körper (Gilbert's Annalen XII. 1. S. 14 etc.) scheint sich in dieser Rücksicht eine fünffache, von Brugnatelli, Configliachi, Ritter u. a. (Gehlens Journ. f. Phys. Chem. u. Miner. IV. 3. S. 453) bezweifelte Verschiedenheit der Materien zu ergeben, indem dieselben Erman's Vers. zufolge zerfallen in:

1) Nichtleiter. Die entgegengesetzten Electricitäten der ungeschlossenen Kette (oder wie wir in der Folge sehen werden: die Pole der galvanischen Säule) lassen ihren electrischen Gegensatz und die daraus resultirende Spannung auch dann bemerken, wenn gleich ein Nichtleiter beide verbindet. Glas, Harz, Oele und die Flamme des brennenden Schwefels gehören hieher.

2) Leiter. Bringt man den Leiter zwischen die Endglieder der Kette, oder mit beiden Polen der Säule in Contact, so kann er sich zeigen als

A) Vollkommener Leiter. Die electrische Differenz schwindet ganz, indem sie vollkommen ausgeglichen wird, wenn ein solcher Leiter die Kette schliefst. Metalle. Kohle.

B) Unvollkommener Leiter. Die specifischen Wirkungen der Endglieder oder Pole, sind während der Anlegung noch bemerkbar, wiewohl schwächer.

a) Bipolar. Die specif. Wirkungen beider Endglieder oder Pole, sind am Leiter selbst zugleich wahrnehmbar. Er theilt sich in zwei Zonen, deren eine die + E, der andere die — E Wirkung zeigt; und die Kette ist durch ihn unvollkommen geschlossen. Wasser und im Wasser gelöste Neutralsalze.

b) Unipolar. Nur die specifischen Wirkungen des einen der Endglieder oder Pole sind am zwischen gebrachten Leiter beobachtungsfähig; er leitet nur die Wirkung dieses Pols, während er die des entgegengesetzten isolirt.

α) + Unipolar. Weingeistsflamme, und jede Flamme von Kohlenstoff- und Wasserstoff haltigen Körpern, wie auch von Schwefelfaden.

β) — Unipolar. Phosphorflamme. Trocknes Eiweifs. Trockne Seife. Vergl. S. 422. 423 etc. dies. Grundr. Vergl. auch Gilbert's Ann. XXIV. 407. Prechtl's Bemerk. XXXV: 28. Einwürfe gegen die Annahme einer Unipolorität a. a. O. L. II. 374. 383.

5) Wirksame galvanische Ketten werden unter folgenden Berührungs- nud Einungsverhaltnissen gebildet.

A) Zwei Leiter der ersten Klasse mit einem der zweiten.

a) Wo der Leiter zweiter Kl. mit jedem der ersten + wird. Z. B. Zink, Silber und Wasser; entweder in der Weise, daſs beide heterogene Metalle einander und eines derselben den feuchten Leiter berührt, oder daſs jedes der sich berührenden Metalle auf seiner abgewendeten Seite, einen feuchten Leiter hat.

b) Wo der Leiter zweiter Kl. mit jedem der ersten — wird. Z. B. Zink, Silber und (concentrirte) Säuren, z. B. Salzsäure, die verschiedene Lagerung wie oben.

c) Wo jener der zweit. Kl. nur mit einem der ersten +, mit dem andern — wird. Z. B. Zink, Eisen und Alkalilösung, welche nach Pfaff (vergl. §. 113. N. 6. mit Eisen —, mit Zink hingegen wie mit den meisten übrigen Metallen + wird.

B) Ein Leiter der ersten Kl. mit zweien der zweiten Kl.

a) Wo jeder der zweiten Kl. mit dem der ersten + wird. Z. B. Zink, Alkaliauflösung und Wasser, entweder in der Weise, daſs beide feuchte Leiter einander, und einer derselben den trocknen Leiter berührt, oder daſs jeder der sich berührenden feuchten Leiter, dasselbe Metall auf seiner abgewendeten Seite hat.

b) Wo jeder der zweiten Kl. mit dem der ersten — wird. Z. B. Zink, verdünnte Salpetersäure, und in Wasser gelöste salpetersaure Alkalien.

c) Wo nur einer der zweiten Kl. mit dem der ersten +, der andere aber —, wird. Z. B. Zinn, Wasser und Salzsäure. Vergl. Ritter a. a. O. — Bei allen diesen und ähnlichen Fällen bleibt stets in den Endgliedern der Kette, nach vorangegangener Vertheilung, Ausgleichung und erneuter Vertheilung der E. der einzelnen sich berührenden Glieder der Kette, eine gewisse (durch

Schliessung vollendet hervortretende u. zugleich zur Ausgleichung gelangende) aufzuhebende electrische Differenz, deren Grösse sich nach den Spannungsverhältnissen der Glieder der Kette richtet, und nur in sofern diese noch aufzuhebende Differenz, in der stetigen Kette übrig bleibt, zeigt sich die Kette bei der Schliessung als galvanisch thätiger Wirkungskreis.

C) Zwei ungleich erwärmte Stücke eines und desselben Leiters erster Klasse mit einem Leiter zweiter Klasse. Z. B. heisser Zink, kalter Zink und ein Froschpräparat. Den ersten hieher gehörigen Versuch stellte A. v. Humboldt an; s. w. u.

D) Ein Leiter erster Klasse und zwei ungleich heisse Schichten desselben Leiters zweiter Klasse (von denen die heissere Schicht den fehlenden Erreger erster Klasse vertritt).

E) Zwei ungleich grofse und ungleich abgeglättete Stücke desselben Leiters erster Kl. und ein Leiter zweiter Klasse; z. B. Ein Stück cylindrisch zusammengerolltes Stanniol und ein grösseres scheibenförmiges, scharfe Kanten darbietendes Stück der nemlichen Substanz und (säuerliche) Lösung der schwefelsauren Bittererde in Wasser; vergl. m. Vergleichende Uebersicht des Syst. d. Chemie. S. 18.

F) Zwei chemisch ungleiche, durch Erwärmung zu Leitern erhobene sogenannte Isolatoren und ein (bei deren Temperatur nicht siedender) feuchter Leiter; z. B. Schwefel, Phosphor und heisses Wasser (es erfolgt augenblicklich — oftmals unter Lichtentwickelung und Explosion — Wasserzersetzung, indem sich meistens Phosphoroxyd und Schwefelwasserstoff bildet) a. a. O. S. 33.

G) Drei ungleiche Leiter zweiter Klasse; m. Grundzüge S. 390.

H) Gemischte ungleiche Leiter der ersten Klasse und ein Leiter der zweiten Klasse.

Die hieher gehörigen Fälle sind sehr zahlreich, die meisten bezeichnen sich durch Wasserzersetzung: Z. B. Gephosphorter Schwefel (als Gemisch) und Wasser; Chlormetall und Wasser (Chlorwasserstoff u. Metallsauerstoff bildend) Blaustoffmetall und Wasser (blausaure Metalloxyde erzeugend) Amalgam (Merkur mit einem darin auflöslichem Metalle verbunden) und wässrige Säuren etc. s. Cap. VII.

I) Gemischte feste Leiter von sehr ungleicher Leitungsgüte u. flüssige Leiter zweiter Klasse; z. B. Schwefelmetalle und Wasser oder wässrige Säuren (z. E. Schwefeleisen und Wasser) Schwefelmetalloxydule (mehrere sogen. Schwefellebern) und Wasser s. Cap. VII. Hefe (ein schwacher Electromotor) und Zuckerwasser.

K) Gemischte Leiter ungleicher Klassen der ungleichen Wirkung strahlender Potenzen preisgegeben; z. B. Wässriges sog. Hornsilber dem Weifslicht oder dem verschiedenen farbigem Sonnenlichte ausgesetzt (s. Cap. X.). Grüne Pflanzenblätter, Wasser und Sonnenlicht, welche Sauerstoffgas entbinden; Metalloxyde, welche durch Licht, oder durch Wärme reducirt werden; Entwickelung eines Theils des Sauerstoffs der in Wasser gelösten atmosphärischen Luft durch starkes Sonnenlicht (z. B. an denen im Wasser liegenden Glasfäden etc. vieleicht auch an den Dunstbläschen des Nebels und der Wolken; Cap. VII.)

L) Die beiden ungleichnamigen Pole zweier Magnete mit zwischen befindlichen wässrigen Leitern; oben S. 437 (?) Legt man zwischen den Anker und den Füfsen eines armirten Magnets gefeuchtetes Rhabarberpapier, so erfolgt sehr bald Röthung desselben an beiden Polen, wie ich im Januar des Jahres 1810 beobachtete. Aber auch schon sog. unmagnetisches Stabeisen gewährt einen ähnlichen, jedoch schwächeren Erfolg.

M) Die freien E z. B. der Conductoren der Electrisirmaschinen, oder der Belege einer Leidnerflasche, sofern sie in einen zersetzbaren Leiter zweiter Klasse ströhmen; S. 465 u. 494.

N) Ungleich erschütterte Körper, welche die Erschütterung sehr zersetzlichen flüssigen Leitern mittheilen; vergl. m. Einleitung in die neuere Chemie S. 105. Nro. 13. Die hieher gehörigen, die Zersetzung des wässrigen, (auf einer Klangfiguren bildenden Scheibe befindlichen) blausauren Ammoniak's betreffenden Versuche erfordern noch weiteren Verfolg.

O) Ein Leiter erster Klasse und ein Gemisch aus einem Leiter derselben Klasse und einem erhitzten sog. Isolator; z. B. Schwefelmerkur und Eisen.

P) Uebereinanderschichtung von Schwefel und Metallen; Zimmermann's hieher gehörige Vers. im Berlin. Iahrb. 1817. Ueber mehrere andere, wahrsheinlich mögliche Bedingungen wirksamer galv. Ketten, vergl. m. Einleit. a. a. O.

6) Ist die Zahl der wirkenden Glieder der Kette grösser als drei, so wird jene Möglichkeit der übrigbleibenden aufzuhebenden Differenz schon wieder mehr bedingt. Eine Kette aus Wasser, Säure und Alkali, mit Zinn zwischen Wasser und Alkali, würde (nach Ritter, vergl. S: 283 a. a. O.) wie dieselbe Kette ohne Säure, und mit Zinn zwischen Wasser und Säure, wie ohne Alkali wirken, und überhaupt scheinen für alle ähnlichen Fälle, folgende Gesetze zu gelten: «Zwei heterogene Körper durch einen oder viele derselben Klasse unterbrochen, wirken wie dasselbe Paar ohne Unterbrechung; und zwei homogene Körper derselben Klasse, durch einen der anderen Kl. unterbrochen, gleichen den ersten beiden ohne Unterbrechung, und diese beiden haben wiederum nur die Wirkung von einem. Eine Kette

aus Zink, Silber, Wasser, Eisen, Wasser, Alkali, Säure, Wassar, Silber, Kupfer, Blei und Zink, giebt bei der Schliessung eben so wenig galvanische Action, als eine Kette aus letzteren allein, oder als ein Stück Zink für sich, wohl aber so bald man irgendwo das Wasser, das Eisen oder Silber weg lässt. Bei mehr als dreigliedrigen Ketten, wo keiner der erwähnten Fälle vorkommt, fehlt nur dann die Action, wenn zufällig die Spannungen, welche die Leiter der ersten Klasse unter sich hervorbringen, durch die Unterschiede, die damit die Endglieder erlangen, den durch die Spannungen der Leiter der anderen Klasse unter sich bewirkten Unterschieden der Endglieder ihrer Reihe so entsprechen, dafs die Unterschiede beider vorigen (Unterschiede) unter einander wieder, genau die Spannungen ausdrücken, welche sich beim Conflict der Reihe einer Klasse mit der anderen Kl, erst bilden, und damit Action veranlassen sollten. Ritter a. a. O. S. 283 etc.

7) Nach C. H. Pfaff geht ein in Folge des gestörten Gleichgewichts aufgetretener galvanischer Polwerth (electrischer Gegensatz) in den entgegengesetzten über, wenn die Ursache der Störung zu wirken aufhört. P. nennt dieses das allg. Oscillationsgesetz; wie es sich denn auch in der That beim Polwechsel des Turmalin und bei mehreren ähnlichen Erscheinungen als vorhanden nachweisen lässt; s. oben S. 485 u. f. und früher beim Magnetismus S. 434.

B. Von den Wirkungen der einfachen galvan. Kette.

§. 116.

XXXII. Vers. Vier kleine weisse Conservgläser, von denen jedes mit verdünnter reiner Salz–

säure zur Hälfte gefüllt ist, stelle man so in eine Reihe, daſs sie gehörig beleuchtet werden können, und bringe dann in das erste eine Gold-, in das zweite eine Silber-, in das dritte eine Kupferplatte, und in das vierte giesse man soviel Merkur daſs der Boden des Glases vollkommen bedeckt wird. Ist diese Vorrichtung getroffen, so tauche man in die Säure des ersten Glases ein polirtes Zinkstäbchen, jedoch ohne die Golplatte zu berühren: die Säure wird das Zink angreiffen, und indem sich ein Theil davon auflöst, werden von seiner Oberfläche aus kleine Gasbläschen aufsteigen, während die Goldoberfläche unverändert bleibt. Sobald als die ersten 6 — 8 Bläschen am Zinke entwickelt sind, bringe man beide Metalle dadurch in Berührung, daſs man das Zinkstäbchen tiefer eintaucht: augenblicklich wird sich die ganze Goldoberfläche, so wie die des umflossenen Zinks, mit Gasbläschen bedecken, die schnell in Gestalt kleiner Ströme aufwärts steigen, und hier entweder in einer mit Wasser gefüllten Vorrichtung, z. B. in einem passenden Glascylinder, aufgefangen werden können, oder sich mit der atmosphärischen Luft vermischen. Denselben Versuch wiederhole man mit anderen Zinkblättchen bei den übrigen Metallen: beim Merkur wird die Gasentbindung mit gleicher Lebhaftigkeit wie beim Golde von statten gehen, beim Silber minder lebhaft, beim Kupfer am schwächsten.

1) Die Zinkstäbchen zu diesen Versuche lässt man sich am besten in Apotheken mittelst der Höllensteinform giessen. Wählt man gemünztes Gold oder Silber, so verliert man etwas am Gewichte; ein Louis-

d'or verliert bei zu langem Experimentiren öfters mehrere As, wiewohl er dadurch verhältnissmässig reicher an Gold wird. Reines Gold erleidet keinen Gewichtsverlust. Wendet man statt der Salzsäure reine Salpetersäure an, so kann man nur mit reinem Golde oder mit Platin und Zink operiren, weil Kupfer, Merkur und Silber in Salpetersäure sehr leicht auflöslich sind, dabei andere Gase entwickeln, und dadurch die reine Beobachtung obiges Phänomens verhindern; ohnerachtet eben wegen der Auflöslichkeit jener Metalle in Salpetersäure die Wirkung der mittelst dieser Säuren construirten Kette weit energischer ist.

2) Ein hieher gehöriger Versuch wurde von FONTANA bereits 1776 angestellt; wendet man Gold an, so ist die Gasentbindung so heftig, wie man sie kaum bei einer (späterhin zu erwähnenden, mit Kochsalzlösung gebauten) galvan. Säule, von 2000 Plattenpaaren sieht, und nach RITTER wird sie nur von der anfänglichen Wirkung einer gleichgrossen Säule übertroffen die mit Salmiaklösung gebaut ist. Die Bläschen welche das Gold bedecken sind Wasserstoffgas (Hydrogéne) oder brennbare Luft, denen ähnlich welche zuerst in geringer Zahl am Zinke entbunden wurden. In dem Maase wie sich auf dem Golde das Hydrogengas entbindet, wird der Zink oxydirt, d. h. mit Sauerstoff (Oxigéne) oder Lebensluft vereinigt; beide der Wasserstoff am Golde und die Sauersoffbasis am Zinke sind durch die Wirkung der Kette aus dem Wasser hervorgegangen, und können, wie die Folge lehren wird, wiederum zu Wasser vereint werden. — Die Ordnung der Metalle rücksichtlich jener Wirkung in der Kette, ist Platin, Gold, Merkur, Silber, Kupfer, Zinn. Verbindet man zwei auf diese Weise vorgerichtete Gläser, so ist Lage und Wirkung verdoppelt. Je grösser die Gasentwickelung ist, welche je

zwei sich berührende Metalle in wässrige Säure von gleicher Stärke und Beschaffenheit getaucht, hervorbringen, um so weiter stehen sie in der Spannungsreihe von einander ab; vergl. m. Grundzüge §. 388.

3) Nimmt man drei, vier u. s. w. Zinkstäbchen zu jedem einzelnen heterogenen Metalle, des obigen Vers., so wird die eigenthümliche Wirkung der Kette nicht vermehrt, sondern eher vermindert; bringt man hingegen noch ein zweites Goldstück mit dem ersten in Contact, während man eins derselben mit einem dünnen Zinkblättchen berührt, so wächst die Gasentbindung bedeutend, indem sie nun an beiden Goldstücken so stark ist, wie sie zuvor bei dem einen war. Bindet man, nach Ritter, das eine Ende eines langen Zinkdrathes so um das Ende eines gleichlangen Platindrathes, daſs er mit demselben einen Winkel macht, dessen Schenkel unten $\frac{3}{4}$ Zoll von einander abstehen, und taucht beide Schenkelenden in zuvor ausgekochtes distillirtes Wasser; so zeigt sich nach langer Zeit am Platindrath auch nicht ein Glasbläschen. Taucht man dagegen jene Schenkelenden in Kochsalzlösung, so bemerkt man einige Bläschen; wählt man dagegen statt der Kochsalzlösung die concentrirte des Salmiaks, so überzieht sich der Platindrath viel schneller mit Bläschen und einige davon steigen in die Höhe, einen annoch unterbrochenen Gasstrom bildend. Bringt man endlich die heterogenen Metallbogen-Enden in verdünnte Schwefel-, Salz-, oder Salpetersäure, so zeigt sich jene starke Gasentbindung, welche die Bläschen in ununterbrochenen Strömen entweichen läſst. (Ritter in Gehlens Journ. für Chem. Phys. und Miner. IV. 4. S. 624). Als R. bei einem ähnlichen Versuch (Gehlens Journ. f. Phys. I. Bd. S. 418) die Enden der Schenkel eines Zinkplatinwinkels in ein Glas mit verdünnter Salzsäure brachte, und

am Platindrath die Gasentbindung mit einer bestimmten Energie eintrat, vermehrte er die mit der Säure in Conflict stehende Oberfläche, um das 3—4 fache etc. dadurch, dafs er mit dem Platindrathe noch einen zweiten, dritten, vierten Zinkdrath in die gleiche Verbindung setzte; aber die Gasentbindung am Platindrath wuchs kaum merklich. Verfuhr er hingegen umgekehrt: den einen Zinkdrath mit dem 2ten, 3ten 4ten etc. Platindrath in dasselbe Verhältnifs bringend, so gab jeder neue Platindrath fast soviel Gas, als vorher der eine. R. folgert hieraus, dafs, in der Sphäre eines gegebenen galv. Processes, das Zinkendglied (Oxygenpol) ein ihm an Fläche weit überlegenes Silberendglied (Hydrogenpol) mit Hydrogen in solchem Maase versehen kann, dafs dessen Menge fast wie die Flächenzunahme des lezteren wächst; oder dafs alle galv. Processe mit der Vergrösserung ihres Hydrogenpols selbst grösser oder stärker werden, wobei es sich von selbst versteht, dafs die Activität des seine vorige Fläche unvermehrt behaltenden Oxygenpols verhältnifsmässig erhöht wird. R. a. a. O. S. 420. WOLLASTONS spät. h. geh. Vers. w. u.

4) Die sogenannte Wasserzersetzung in der galvan. Kette, wurde bereits 1796 von ASCH beobachtet, und späterhin vorzüglich durch RITTER bestätigt. Er bemerkte dabei, dafs die Befeuchtung des Zinksilberpaars mit Wasser nicht an dem gemeinschaftlichen Berührungspuncte der Metalle zu geschehen brauche, sondern, dafs man nur nöthig habe, sie an einem davon entfernten Orte zu verbinden: um eine so starke Oxydation des Zinks zu bewirken, dafs das Wasser von dem erzeugten (weissen) Zinkoxyde milchig werde. Wärme begünstigte die Oxydation, und diese dauerte solange fort, als die Kette geschlossen war. Auch verdampfte das Wasser bei geschlossenen Ketten weit stärker, als bei geöff-

neten. Berührten sich Zink und Silber bei zwischen liegender Wasserschicht nicht unmittelbar, sondern waren sie durch zwischen liegende Papierstreifen getrennt, so war die Oxydation des Zinks kaum merklich, selbst in weit längerer Zeit.

5) Alle galvan. Ketten lassen sich, ausser den bereits bemerkten Verschiedenheiten, in Ketten mit und in Ketten ohne Zwischenraum unterscheiden. Die letzteren sind bei übrigens gleichen Umständen, die wirksameren; und zu ihnen gehört die obige des Versuchs. Aber auch diese Art von Ketten zeigt wenig oder gar keine Wirksamkeit, wenn der flüssige Leiter mit einem der festen keinen chemischen Procefs, namentlich keine oder nur höchst geringe Oxydation einzuleiten vermag. So ist z. B. eine Kette aus Gold, Silber und Salzsäure unwirksam, eben so eine aus Platin, Gold und Salpetersäure; die erstere wird hingegen sogleich thätig, wenn man statt der Salzsäure: Salpetersäure (als ein das Silber auflösendes Fluidum) wählt, und die letztere wenn man der Salpetersäure: Salzsäure zumischt, indem die Salpetersalzsäure (sog. Königswasser) sowohl das Platin als das Gold leicht auflöst. Diese und ähnliche Erscheinungen zeigen wenigstens die Nothwendigkeit der Gegenwart des chemischen Processes in der galv. Kette, wenn sie mit ihren Electricitäten chemische Wirkungen hervorbringen soll, und diese erstrecken sich zunächst auf die Zersetzung (Zerlegung) des Wassers. Fischers hieher geh. Beob. w. u.

6) R. (N. A. d. Chem. VI. Bd. S. 144) hält die Leiter zweiter Klasse ursprünglich für Leiter, die mit dem Werthe derjenigen der ersten Kl. auftreten, und erst durch die Möglichkeit einer chemischen Action zwischen ihnen und den Leitern der ersten Kl., sofern diese realisirt wird, zu eigentlichen Leitern der zweiten Kl. werden. Mit jenem Werthe der ersten Kl. erschien daher die Salzsäure in der Kette von Gold,

Silber und dieser Säure; die electr. Spannungen der Glieder halten sich das Gleichgewicht, und die Kette ist unwirksam. Aber auch selbst bei Leitern, die ausser der Kette Metalle angreifen, soll es möglich seyn, sie auf jenen Werth zurückzubringen (oder vielmehr zu lassen), wenn man die Berührung zwischen Metall und Feuchtigkeit so vorübergehend einrichtet, als möglich, oder wenn man die Feuchtigkeit in so grosser Verbreitung, oder von dem Körper der mit ihr getränkt ist, so stark angezogen, mit dem Metalle zusammenbringt, daſs es aus Zeitmangel nicht zur Oxydation kommen kann. Indessen leidet dieses noch manche Berichtigung; vergl. Pfaff a. a. O.

7) Ueberhaupt würden sich alle Körper wie zu einer Klasse gehörig verhalten, wenn nicht von den zur vollständigen Kette nöthigen drei Leitern, zwei zum Oxydationsprozesse zusammentreten, und ohne Oxydation würde wohl eine bloſs electrische Spannung (gleich den Electricitätsentwickelungen zweier Metallplatten), aber keine electrisch-chemisch wirksame Kette entstehen; und diese durch den Oxydationsproceſs potenzirte Wirksamkeit der Kette, ist nach R. nur dadurch möglich, daſs mit dem Oxydationsprocesse entgegengesetzte Electricitäten entstehen, welche diejenigen, die zu Folge der ersten Kl. bereits da waren, schwächen, aufheben, und endlich über sie prädominiren. Die Electricitäten, welche zwei Körper dem Gesetze der ersten Klasse gemäſs erhalten, sind daher stets die umgekehrten von denen, welche sie dem Gesetze der zweiten Kl. gamäſs (d. i. nach eingetretenem, oder vielmehr bei eintretendem Oxydationsprocesse) erhalten; und die Electricitäten, welche zwei Körper dem Gesetze der zweiten Kl. gemäſs erhalten, sind die umgekehrten von denen, die sie nach der ersten Kl. erhalten würden. — Man vergl. damit Davy's und Pfaffs Bemerk. im vorigen §.

8) Volta nennt das Leiter zweiter Klasse, was mit dem Metalle vom Gesetz der ersten Kl. abweicht. Ritter hingegen behauptet, dafs jede Abweichung des feuchten Leiters von jenem Gesetze, im Conflicte mit dem Leiter erster Kl., diesen lezteren auch zu einer ähnlichen Abweichung bestimme, und dafs sich beide nach dem Gesetze zweiter Kl. verhalten, dafs somit ohne chemischen Procefs alles nach dem Gesetze erster Kl., mit diesem Processe hingegen nach dem Gesetze zweiter Kl. wirke, und daher sowohl in feuchten als festen Leitern die Möglichkeit liege, bei zweckmässiger Aufforderung, die respectiven Electricitätswerthe in die entgegengesetzten umzuändern. Vergl. ob. u. S. 446. N. 6. dies. Grundr. Jedoch ist dabei zu bemerken, dafs, wenn auch die Wirkung nach dem Gesetze der ersten Kl., bereits in die der zweiten übergegangen ist, das Gesetz der ersten Kl. dennoch nicht allen Einflufs verloren hat; sondern es ist vielmehr auch bei der stärksten Erregung nach der zweiten Kl., zugleich die nach der ersten Kl., mit in ihr enthalten. Der Unterschied besteht nur darin, dafs die Erregungsfähigkeit nach der der zweiten Kl., in je zwei Körpern, stets grösser ist, als nach der ersten Kl., und mithin auch später Grenzen findet, als die, nach der ersten Kl. — Ueberhaupt scheint die Reihe der Spannungen nach der ersten Kl., nichts als die Reihe der Beschränkungsgrade der wahren Spannungen erster Klasse, durch die Electricitäten nach der zweiten Klasse, und umgekehrt: die Reihe der Spannungen nach der zweiten Klasse, nichts als die Reihe der Beschränkungsgrade der wahren Spannungen zweiter Klasse, durch die Electricitäten nach der ersten Klasse zu seyn. Merkwürdig ist es übrigens (zugegeben dafs jeder Körper eine doppelte Erregbarkeit in Beziehung auf seine

Electrisirbarkeit habe), daſs allemal die Körper zuerst nach dem Gesetze der ersten Klasse erregt werden, bevor Erregung nach dem Gesetze der zweiten Klasse hinzu kömmt, oder das Uebergewicht erhält. Ritter a. a. O. S. 151. u. s. f. — Die Realisirung des Ueberganges von je zwei Körpern, zu der ihnen nach dem Gesetze zweiter Kl. möglichen Spannung, findet indeſs oftmals viele Hindernisse; und häufig sind es nur Annäherungen zu ihr, oder auch sehr geringe Grade dieser Spannung. Im Allgemeinen kann man sagen, daſs dieser Uebergang erleichtert werde, in dem Maase wie a) die ursprüngliche Oxydationsfähigkeit des Metalls, b) die Fähigkeit zu oxydiren von Seiten des feuchten Leiters und c) die Wärme des letzteren oder beider groſs ist. Nur dann erst, wenn zwei feuchte Leiter in Berührung sind, ist die Spannung augenblicklich so groſs, als sie dem Gesetze der zweiten Kl. gemäſs eintreten kann. Daher scheint es auch unmöglich, eine sehr wirksame Kette aus drei flüssigen Leitern zusammen setzen zu können, selbst wenn auch der stärkste Oxydationsproceſs zwischen zweien derselben zu Stande käme. Ein Beispiel einer solchen galvanisch unwirksamen Kette gewährt die Schichtung von wässriger Schwefelkalilösung u. Salpetersäure; vergl. oben S. 15.

9) Alle Leiter der zweiten Klasse sind wasserhaltig (vergleiche oben); dieses Wasser wird im Kreise der Kette zur Polarisirung bestimmt, und so erscheint es entweder entgegengesetzte electrische Zonen darbietend, oder bereits wirklich zu vollkommen entgegengesetzten Werthen oder Qualitäten erhoben; als Sauerstoff und Wasserstoff erscheint es dort, wo die electrische Indifferenz (welche sich zwischen dem Körper erster und zweiter Klasse zu behaupten hat) durch + E aus dem Körper erster Kl., und durch — E aus dem Körper zweiter Kl. gebildet

wird; als Wasserstoff dort, wo jene Indifferenz —E aus dem Leiter erster Kl., und durch +E aus dem Leiter zweiter Kl. erzeugt und erhalten wird. — Der Erfahrung gemäfs zeigt das Wasser bei allen Temperaturen eine (mit hoher Temperatur zunehmende) Fähigkeit zu einer solchen Polarisirung oder Zerlegung in Sauer und Wasserstoff, die durch jede Art dynamischer Erregung begünstigt werden kann, und sich realisirend stets von electrischer Vertheilung und Indifferenzirung begleitet ist. Es fragt sich aber, ob diese Electricitätserregungen dem Gegensatze von Sauer- und Wasserstoff, und somit überhaupt dem chemischen Gegensatze und der chemischen Anziehung zum Grunde liegen; oder ob umgekehrt der electrische Procefs durch den chemischen begründet werde? Der Umstand, dafs die electrischen Erregungen chemischen Werth erhalten, wenn sie mit Wasser in Conflict gerathen, scheint wenigstens darauf hinzudeuten, dafs der (chemische) Gegensatz von Sauer- und Wasserstoff, als Folge der electrischen Erregung hervorging; aber es fragt sich, ob überhaupt der Unterschied von — E und Sauerstoff, und von +E und Wasserstoff nicht ein blofs gradueller ist? Einstweilen vergl. man S. 423. 426—427. dies. Grundr.

10) Der Sauerstoff geht mit den Körpern an denen er in der Kette erscheint, gewöhnlihh Verbindungen ein, und bildet mit ihnen Oxyde, die sich häufig ablösen und entweder zu Boden fallen, oder sich in den Säuren der Flüssigkeit auflösen; wie dieses letztere im obigen Vers. der Fall war, wo das entstandene Zinnoxyd sich sogleich in der Salzsäure auflöste. Der Wasserstoff geht mit den metallischen Leitern, an denen er erscheint, gemeinhin keine Verbindung ein, nur wenige Körper, z. B. Kohle, Reisblei, Manganoxyd, Tellur, absorbiren ihn. Geschieht dieses nicht, so tritt er entweder als Gas aus der Kette, oder er verbindet sich mit anderen im

Wasser (im Leiter der zweiten Klasse) gelösten Stoffen; oder reducirt aufgelöste Metalloxyde, leicht desoxydirbare Säuren etc., indem er dem Oxyde oder der Säure, Sauerstoff entzieht und Wasser damit bildet. Wird auf letztere Weise der oxydirte Körper vollkommen reducirt (seines Sauerstoffs beraubt) so tritt das Reduct, ebenfalls sich absondernd, aus dem Kreise der Kette.

11) Offenbar wurde in dem obigen Versuche die chemische Verbindung des Zinks mit der Salzsäure, durch die häufige Sauerstoff- und somit Oxydbildung befördert; öfters wird in solchen Fällen, wo zugleich die Anziehung zwischen Metall und Sauerstoff erhöht ist, auch fremdartiger, nicht aus dem Wasser der Kette gebildeter Sauerstoff, aus der Atmosphäre angezogen, und da diese wie jede Verbindung mit Sauerstoff — wie die Folge zeigen wird — auch zugleich die Kettenaction erhöht, so erklärt sich daraus die Beobachtung: dafs galv. Ketten in reinem Sauerstoffgase wirksamer wie gewöhnlich sind, und dafs ein mit Sauerstoffgas (Lebensluft) geschwängertes Wasser, ausgezeichnet thätige Ketten liefert. Zu bemerken ist, dafs alle bis jetzt bekannte (in der Folge darzustellende) hydrogenirte Metalle Leiter der Electricität sind, alle gewöhnlichen, im Kreise der Kette entstandenen Metalloxyde hingegen (ausgenommen die sogen. Suroxyde) mehr oder minder isoliren, und zum Theil schon deshalb aus dem Kreis der Kette treten. Ritter im Journ. für Phys. u. Chem. S. 357. Bei beginnenden Oxydationen werden die Metalle anfänglich mehr positiv, und erst später bei Zunahme der Oxydation negativer als das Metall zuvor selbst war, während sie bei Hydrogenationen von Anfang bis zum Maximum derselben immer positiver erscheinen.

12) Eine sehr merkwürdige Veränderung erleiden endlich noch die Metalle im Kreise der Kette, dort

wo sie von der schliessenden Flüssigkeit begrenzt werden. Legt man z. B. auf Silber unter Wasser eine Zinkplatte, oder bringt man Zink und Kupfer, Merkur und Eisen unter Wasser, so werden die äussersten Oberflächen des Kupfers, Silbers oder Eisens mit einer höchst dünnen Schicht von hydrogenirtem Metalle überzogen; während das Zink eine nicht bedeutendere Oxydation erleidet. Ritter und Brugnatelli nennen diese Modificationen Ladungen der Metalle im Kreise der Kette R. a. a. O. 371; und ändert man obige Versuche dahin ab, daſs man z. B. ein Zinksilberpaar an den abgewendeten Seiten mit Salzlösung befeuchtet, und die Kette durch einen gebogenen Platindrath schlieſst, der mit seinen Enden die beiden Flüssigkeitsschichten, aber nicht das Silber und Zink selbst berührt, so zeigt der Platindrath nach dem er einige Zeit in dieser Verbindung gewesen und dann herausgenommen worden, electrischen Gegensatz (der jedoch nur gegen ein sehr empfindliches Froschpräparat als wirksam gezeigt werden kann) und wie es scheint: an seinem einen Ende höchst geringe Hydrogenation. Einen ähnlichen Gegensatz zeigt aber auch die Wasserschicht zwischen Drath und Platte. Bald werden wir, mit Hülfe der Säule, stärkere Ladungen der Art zu Stande zu bringen Gelegenheit haben.

§. 117.

XXXIII. Vers. Ein kleines weisses Glas fülle man mit verdünnter Silberauflösung (in Salpetersäure), ein zweites daneben stehendes mit verdünnter Salzsäure, und setze beide Flüssigkeiten dadurch in feuchte leitende Verbindung, daſs man einen mit destillirtem Wasser angefeuchteten Papiertsreifen (oder besser eine an beiden Enden offene, nicht zu weite

und nicht zu hohe, halbkreis-bogenförmige oder stumpfwinklich gebogene, mit reinem Wasser gefüllte, umgekehrt, mit den Mündungen nach unten gerichtete, während des Umkehrens mit den Daumen der Hände zu verschliessende Glasröhre) mit seinem einen Ende in die Salzsäure, mit dem andern in die Silberauflösung hinabreichen läſst. Jetzt tauche man einen Gold- oder Platindrath in die Silberauflösung und einen Zinkdrath in die Salzsäure; in dem Augenblicke da man beide Dräthe, ausserhalb der Gläser unter sich in Berührung setzt, und somit eine vollständige galvanische Kette darssellt: zeigt sich das äusserste Ende des Platindrathes glänzender wie zuvor, und nach und nach bildet sich von der Spitze dieses Drathes aus, ein schöner sogenannter Silberbaum. Wählt man anstatt der Silberauflösung eine ähnliche Bleiauflösung, so erhält man am Platinende einen Bleibaum, und ähnliche Reductionen erleiden unter gleichen Umständen, die meisten aufgelösten Metalloxyde; und bei allen ist das am negativen (Platin) Drathe frei werdende und wirkende Hydrogen, der reducirende Stoff. Vergl. Sylvester über die Niederschlagung der Metalle durch einander. Gehlens Journ. für Chem. u. Phys. I. S. 540 etc.

Bemerk. 1) Legt man eine Silbermünze (oder einen Platinlöffel) in eine säuerliche Kupferauflösung, und berührt sie darauf mit einem Zinkstreifen, so erscheint sie binnen kurzem auf allen Seiten überkupfert. Eine gleiche Kupferauflösung zu gleichem Versuche mit dem Unterschiede angewendet, daſs man das Silber durch ein anderes Metall, selbst durch erhitztes Zink vertreten läſst, zeigt in gleichen Zeiten

durch die verschiedene Menge des Niederschlags, die Verschiedenheit des electrischen Gegensatzes der Metalle. Metallreductionen zeigen, vorzüglich wenn sie mittelst galvanischer Ketten in Form kristallinischer Niederschläge bewirkt werden, sehr häufig in ihrer Gestaltung einige Aehnlichkeit mit Moos, oder baumartigen Gebilden, und werden daher Metallvegetationen oder Metallbäume (Arbores s. Vegetationes metallicae) genannt; und können rücksichtlich dieser Bildung als Erfolge mehrerer in Conflict gerathener Kräfte angesehen werden, wohin vorzüglich die ursprüngliche Krystallisationskraft jedes Metalls, die besondere Richtung der bei der Bildung entladen werdenden Electricität, die verschiedene Druckgewalt der Tropfbaren, und die mehr spitzige (oder rauhe) oder mehr glatte Oberfläche des eintauchenden Metalls oder der eingesenkten Metalldräthe etc gehören.

2) Giefst man eine verdünnte Silberauflösung auf reines Merkur, oder steckt man in eine verdünnte Kupferauflösung blankes Stabeisen, oder an eine Merkuroxydulauflösung einen Kupferdrath, oder in eine alkalische Zinnauflösung Kupferstäbe, oder in eine Bleiauflösung einen Zinknagel, so erhält man in allen diesen und ähnlichen Fällen, metallische Niederschläge der obigen Art, die nach ähnlichen Gesetzen gebildet werden. Wählen wir zur besseren Verdeutlichung dieser schon längst bekannten, aber erst in neuerer Zeit als zum Theil galvanisch bedingt, oder doch durch Galvanismus mehr oder weniger abgeändert erkannten Processe, die Niederschlagung des Bleies durch Zink als leicht zu wiederholendes Beispiel aus, um die Art zu erläutern, wie hier und in ähnlichen Fällen eine galvanisch wirksame Kette zu Stande kommt.

§. 118.

XXIV. Versuch. Ein Loth essigsaures Blei (Bleizucker) werde in neun Loth kochenden Wassers

gelöst, und nachdem die Lösung filtrirt worden, in ein weites Glas gegossen, das davon ganz erfüllt wird. Dieses verstopft man mit einem Korke, in welchem ein Zinknagel mit der Spitze so eingesteckt ist, daſs der Kopf desselben bis in die Mitte des Glases reicht. Das Blei schlägt sich an demselben sogleich als ein schwarzgraues lockeres Pulver und allmälig in metallischer Gestalt nieder, und bildet glänzende Blättchen, die binnen 24 Stunden einen umgekehrten Bleibaum darstellen.

Bemerk. 1) Der älteren alchemistischen Benennung des Bleies gemäſs, nennt man diesen Bleiniederschlag auch Arbor Saturni, so wie den des Silbers Arbor Dianae, den des Zinnes Arbor Jovis, den des Kupfers Arbor Veneris etc. Die Ordnung, in welcher die Metalle aus den Säuren einander niederschlagen, ist bei allen Säuren dieselbe, und mehreren Beobachtungen gemäſs folgende: Zink, Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel, Blei, Zinn, Kupfer, Wismuth, Stibium, Tellur, Arsenik, Merkur, Silber, Gold, Platin, in der Weise, daſs das früher genannte Metall das später folgende aus seiner Auflösung in Säuren fället. Bei den alkalischen Metallauflösungen, namentlich bei denen des oxydirten Bleies, Zinnes, Zinks, Stibiums, Scheels, Molybdäns, Silbers u. Tellurs, findet auch die Herstellung in den metallischen Zustand, durch ein anderes ebenfalls in Alkalien auflösliches Metall, imgleichen durch Phosphor, zum Theil auch durch Kohle Statt, so wie auch selbst saure Metallauflösungen durch Schwefel oder Wasserstoffgas mehr oder minder vollkommen gefällt werden. Vergl. Bergmann de attract. electivis; in seinen opusc. phys. chem. Voll. III. S. 340. Klaproths Versuche über die Herstellung der Metalle aus

alkalischen Auflösungen, im N. J. d. Chem. II. S: 498. Kastner: Beitrag zur Kenntnifs des Verhaltens der Kohle, des Schwefels und des Phosphors, zu den wässrigen Lösungen der metallischen Salze; in dessen Beiträgen etc. II. S. 68 etc. S. 79 etc. Begiefst man ein Zinkamalgam, d. i. Zinkmerkur (oder noch wirksamer ein Zinnzink- oder Bleizink-Amalgam) mit conc. Schwefelsäure, so verwandelt sich bald das ganze Metallgemisch in eine weisse erdigsalzige Masse, während sich oben eine dünne Schicht schwefelgelber Substanz ausscheidet; man bemerkt dabei fast gar keine Gasentbindung, wahrscheinlich, indem der entwickelt werdende Wasserstoff des in der Säure enthaltenen Wassers sogleich gegen den Sauerstoff derselben mischend einwirkt. — Als Döbereiner Zinkamalgam mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure begofs, sah er alles ruhig bleiben, so wie er hingegen einen Eisen- oder Kupfer- oder Platindrath durch die Säure in das Amalgam senkte, erfolgte plötzlich sehr lebhafte Gasentwickelung, der Zink löste sich auf, und das eingesenkte Metall verband sich dagegen mit dem Merkur; Schweigger's Journ. XVII. 238.—Bei Erklärung dieser und ähnlicher Phänomene darf man nicht vergessen Ritter's Beob. zu berücksichtigen, der zufolge das Merkur in der Spannungsreihe, d. i. in seinem electrischen Berührungswerth (z. B. gegen Metalle von grösserer Oxydationsfähigkeit) d. i. in seinem sog. — E Werth (oder in seiner Negativität) durch Amalgamation selbst mit Metallen von grofser Oxydirbarkeit um ein Beträchtliches hinauf gerückt wird; Ritters phys. chem. Abh. III. 135. — Ueber die Ausdrücke fällen, niederschlagen, Niederschlag etc. in der Folge; vorläufig vergl. man Kastners Einleit. in die neuere Chemie S. 115.

2) Dafs diese und ähnliche Fällungen der Metalle nicht blofs aus der grösseren Anziehung des fällenden Metalls (hier des Zinks) zu dem Sauerstoffe, im Ver-

gleich mit derjenigen des gefällt werdenden Metalls (hier des Bleies) zu demselben Stoffe (mit dem es in der Auflösung bereits verbunden ist) abgeleitet werden könne, und daſs wirkliche galv. Action dabei im Spiele sey, welche die Fällung möglich macht, beweisen verschiedene vorzüglich von Grotthuss (Journ. f. Chem. Phys. u. Mineralog. V. S. 120 etc.) angestellte Beobachtungen. Als G. eine mit Weingeist verdünnte und dadurch specifisch leichter gewordene farbenlose salpetersaure Silberauflösung, über blaue salpetersaure Kupferauflösung schichtete, und hierauf einen kleinen Zinkcylinder in die farbenlose salpetersaure Silberauflösung (welche nicht zu sehr oxydirt und dem Lichte nicht ausgesetzt gewesen seyn muſs) senkte, entstanden sogleich Silbervegetationen, die nach 24 Stunden zur blauen Kupferauflösung gelangten, und nun auf ihren Extremitäten Kupfer metallsch fällten. Journ. f. Chem. Phys. u. Mineral. V. S. 120 etc. Bringt man in d. obig. XXXIV. Vers. das Zink auf den Boden des Glases, so wächst der Bleibaum sowohl nach den Seiten als auch nach oben zu, wo das Zinck gar nicht mehr, sondern nur das kurz zuvor reducirte Bleiblättchen existirt, und mithin auf dieselbe Weise wie früher das Zink selbst, auf die übrige Bleiauflösung wirkt. Auch wird dabei nicht etwa das früher erzeugte Bleiblättchen dadurch in die Höhe geschoben, daſs sich unten zunächst an dem Zink ein neues Blättchen niederschlägt; sondern die Erweiterung des Bleibäumchens geht sichtbarlich durch neuen Ansatz von den letzten Spitzen und Grenzen aus weiter. G, a. a. O. Ueber die Art, wie sich dabei die mehr oder minder durch Reduction von Bleiauflösung entleerten Flüssigkeitsschichten, wiederum mit den weiter nach oben oder seitwärts gelegenen Bleiauflösungstheilen schwängern, vergl. Kastners Beitr. I. S. 202 etc. Zimmermanm's hieher gehörigen Versuchen zufolge zeig-

ten nachstehende Metallauflösungen, wenn sie auf horizontal liegende Glasplatten dünn verbreitet und dann mit desoxydirenden Metallen in Berührung gesetzt wurden, die stärksten Metallvegetationen: salzs. Gold, salpeters. Silber, salpeters. Merkur, salzs. Merkur, salzs. Nickel, salzs. Wismuth, salpeters. Wismuth, schwefels. salzs. salpeters. phosphors. Arsenik, essigs. Kupfer; in Ammoniak aufgelöstes Kupfer, salzs. und essigs. Bley, salzs. Arsenik, salzs. Eisen, salzs. Kobalt, salzs. Zinn, essigs. Zinn, salzs. Zink, salpetrichsalzs. Stibium, salzs. Stibium und essigs. Mangan; die schwächsten Wirkungen wurden hingegen wahrgenommen am oyals., weins., bernsteins. und bemzoes. Kupfer, am bemzoes., so wie an dem in Natron oder in Kalk anfgelöstem Bley; desgleichen am schwefels., salpeters. und essigs. Eisen, an der Auflös. des Zinn's in Kali und am weinsauren Mangan. Als Z. einer in salpeters. Wismuthauflösung liegenden Kupferscheibe, innerhalb der Auflösung, Stahldräthe näherte, sah er an den eintauchenden Enden der Dräthe Halbkreise zum Vorschein kommen, von denen der an der Kupferseite zur ellipsoidischen Sectorfläche sich dehnte, der entgegengesetzte hingegen sich abrundete. Nähert man dem die künftige Metallvegetation darbietendem Metalle ein gleichartiges oder ein in der Spannungsreihe noch mehr negativ elektrisches, so ist die Erscheinung in der ganzen Metallreihe, und in allen wirksamen Auflösungen derselben allgemein und endet erst, wenn das erregende und das die künftige Vegetation darbietende Metall sich berühren. Ein Kupferdrath bildete in einer Goldanflösung nur erst dann einen sog. Goldbaum, als man seiner Spitze ein Goldstäbchen gegen über brachte; es brach nun ein Goldzweig an ihm hervor, der zum Stäbchen hinüber rankte. Ein in salzsaure Arsenikauflösung tauchendes Eisenstäbchen erschien mit schöner Metallvegeta-

tion nnr dann umgeben, wenn man ihm eine Kupferplatte gegenüber legte. Kohlenscheibchen dem beginnenden Bleibaume (§. 118) gegenüber in Berührung gebracht, zogen die Bleivegetation zu sich hinüber, und schienen dadurch deren Entwickelung nach anderen Richtungen aufzuheben. In salpeters. Merkurauflösung strömte vom eingesenkten Eisendrathe, gegen zwei Wismuthstäbe, ein zweifacher astreicher Fächer von Wismuthamalgam; zwei convergirende, in salzs. Stibiumauflös., einer Kupferplatte bis auf 2 $^1/_2$ Linie genäherte Eisenstäbe, trieben bald fächerförmige ausgebreitete Aeste, bis zur Berührung des Kupfers. Als Z. von einem in salzsauren Eisenauflösung gesenkten Zinkdrath den Silberdrath mehr entfernte, fiel die zuvor gebildete Eisenvegetation znsammen. Als darauf der Silberdrath der entgegengesetzten Spitze genährt wurde, trat hier der Eisenniederschlag aufs Neue als Metallvegetation hervor. Ein durch Zink in salzs. Kupferauflösung gebildeter Kupferbaum stellte, als ihm das Protoxyd des Bley's zur Berührung dargebothen wurde, dasselbe dort her, wo er es berührte. Auf ähnliche Weise wurde selbst das schwarzgraue Hyperoxyd des Mangans reduziert. Vergl. Schweigger's Journ. V. 337. f. Bucholz's (Gehlen's Journ. VII. 739) und Zimmermann's Versuche zeigten, dafs das durch ein anderes (mehr oxydirbares) zu fällende Metall nur dann das zu reduzierende r e i n fällt, wenn die Auflösung des letzteren entweder vorherrschende Säure enthielt oder sehr concentrirt war. Verdünnte, an Neutralität grenzende oder dieselbe besitzende Auflösungen, gaben Metallniederschläge, welche von dem eingesenkten, reduzirenden Metalle mehr oder weniger beigemischt enthielteu. Hieher gehört die Bereitung des M e s s i n g s (oder Gelbkupfers d. i. Zinkkupfers) auf nassem Wege. Ueber Fischer's zum Theil hieher gehörige Vers. weiter unten.

3) In demselben Maase wie die Reduction des Bleies in dem obigen XXXIV. Vers. von Statten geht, fährt das Zink fort, sich zu oxydiren und in der Säure aufzulösen, die zuvor mit dem Bley verbunden war. Diese fortschreitende Oxydation des Zinkes, geht auch dann noch und nicht minder energisch fort, wenn das Zink schon vollkommen mit graulich-schwarzem Bleiniederschlage bedeckt ist, und währt überhaupt so lange bis sich das letzte Bleitheilchen ausgeschieden hat.

4) Mehrere Physiker halten dafür, dafs diese und alle ähnliche Metallniederschläge durch andere Metalle oder durch Kohle auf nassem Wege (d. i. im Beiseyn einer tropfbaren, nässenden, wasserhaltigen Flüssigkeit) anfänglich nur durch die stärkere oben erwähnte bloss chemische Anziehung zum Oxygen, und späterhin erst, durch die dann — 1) aus dem reducirenden Metalle, 2) aus dem ersten Atome des reducirten und 3) aus der übrigen Metallauflösung — gebildete galvanische Kette (oder vielmehr durch die Electricitätserregung und Wasserzersetzung dieser Kette vergl. d. vorigen §.), bewirkt werden; indess scheinen verschiedene Beobachtungen dafür zu sprechen, dafs der Process gleich von Anfang an zum Theil galvanisch ist. Abgesehen von der (nicht füglich zu erweisenden) Möglichkeit; dafs jede Flüssigkeit der Art, wie sie im obigen Vers. vorkömmt, aus verschiedentlich mit Metallsalz geschwängerten Schichtungen bestehe (woraus sich denn mit Einschluss des reducirenden Metalls eine Kette aus zwei Flüssigkeiten und einem Metalle ergebe); scheint aus Ritters Beob. zu folgen, dafs das reducirende Metall ursprünglich auf seiner Oberfläche, den electrischen Werth zweier heterogenen Metalle, die sich in einzelnen kleinen Stellen als durch electrische Ladung entstandene Pole gegenüber liegen, annehme, und dadurch bereits eine aus zwei festen Leitern und ei-

nem flüssigen Leiter bestehende wirksame Kette darstelle; so wie R. überhaupt jede im Beiseyn des liquiden Wassers stattfindende Oxydation, für den Erfolg einer ähnlichen gebildeten galvanischen Kette hält, deren Entstehung zunächst durch die Unebenheit des Metalls veranlasst werde. Vergl. KASTNERS Beitr. II. B. a. a. O. RITTER im Journ. für Chem. u. Phys. I. Bd. S. 399 u. s. f.

5) Auch gehören hieher die von JAEGER angestellten Versuche, über die Veränderungen, welche verschiedene Pigmente dadurch erleiden, dafs sie im mit Wasser verbundenen Zustande mit einem Metalle, vorzüglich mit dem Zinke in Berührung gesetzt werden. Es sind diese Veränderungen denjenigen ähnlich, welche dieselben Pigmente durch freie Alkalien oder durch freie Säuren erleiden, und in mehrfacher Hinsicht merkwürdig. Legt man nämlich auf eine Zinkplatte ein genässtes Lakmuspapier, und über dieses ein genässtes Curcumapapier, und trennt beide, um das Zusammenfliessen der Farben zu verhüten, durch einen zwischengelegten genässten weissen Papierstreifen: so bemerkt man an dem Lakmuspapier rundliche, mehr oder minder ästige aneinandergereihte röthliche Figuren, die von einem blauen Grunde umflossen sind; es entsprechen diese gerötheten (d. i. von einer Schwängerung mit Säure zeugenden) Stellen, vollkommen den gelbgebliebenen Stellen des Curcumapapiers, und denen unter beiden befindlichen oxydirten Stellen des Zinks. Unter dem blauen Grunde des Lakmuspapiers hingegen, findet man den Zink glatt und nicht oxydirt, seltner etwas gefärbt angelaufen, und über dem Lakmuspapier das Curcumapapier an denen dem blauen Grunde entsprechenden Stellen röthlichbraun gefärbt (d. h. von einer Schwängerung mit Alkali zeugend). Rhabarberpapier zeigt diese Veränderungen noch schneller. RITTER schliesst aus diesen Versuchen auf

eine verschiedene Ladung des Zinks, so daſs sich an einzelnen Stellen Hydrogenpole und an anderen Oxygenpole bilden. In dieser Hinsicht verdienen vorzüglich diejenigen JAEGERschen Versuche angezogen zu werden, wo Zinkstangen den Färbestoff der Lakmustinctur, und anderer flüssiger Pigmente fällten, und alkalische Reaction zu bewirken schienen, die sich mit der sauren späterhin mehr oder weniger neutralisirte. Es gehören hieher auch verschiedene ältere Beob., z. B. daſs der Veilchensyrup (von der Viola odorata) in zinnernen Gefässen bereitet blau erscheint, und in metallenen Gefässen aufbewahrt diese blaue Farbe beibehält etc. Vergl. JAEGER: in GILBERTS Ann. XI. S. 288 u. s. f. Gold und überhaupt die negativen Metalle, zeigten hingegen keine Spur von einer solchen Veränderung. Zink in Verbindung mit Gold, also als gewöhnliche einfache Kette, wirkte schneller, aber zuletzt keine stärkere Färbung oder Fällung hervorbringend, als das Zink für sich. Ebendas. 299. FISCHER (im 21. Bd. der Denkschriften der Berliner Akademie d. W. und in SINGER's Elementen der Elect. und Electrochemie übers. von MUELLER S. 426 u. f.) fand ebenfalls, daſs nur sehr positive Metalle Zink und Eisen ähnliche Färbungen hervorbringen (vergl. oben S. 36), auch ergab sich aus seinen Versuchen, daſs der Einwirkung des Wassers ausgesetztes Zink, nach kurzer Zeit dem Wasser die Eigenschaft ertheile Lackmuspapier schwach zu röthen, nach längerer Zeit hingegen geröthetes Lakmuspapier wieder zu blauen (die erstere Wirkung sah ich nur, wenn das Wasser auf der Zinkscheibe haften blieb, während es das Lakmuspapier berührte; mittelst Fliespapier von der Scheibe entfernt, änderte es hingegen die Farbe nicht) daſs Zinkoxyd im Wasser in geringer Menge löslich sey und demselben schwache alkalische Eigenschaften ertheile, auch als gefeuchtetes Oxyd gegen gefärbte Papiere stark alkalisch wir-

ke und beträchtlich stärker als das damit geschwängerte Wasser. Da aber nur derjenige Antheil Oxyds Farben ändernd wirken kann, der gelöst ist, so muss die Oxydfeuchtigkeit entweder eine grössere Concentration ihres Oxydgehalts darbieten, oder das Oxyd selbst in der Ungleichheit seiner Oberfläche die Mittel zur vermehrten alkalischen Wirkung erlangen. — Das scheinbare Nebeneinanderbestehen einer alkalischen und einer sauren Substanz (der ungleich gefärbten Flecken in Jaeger's Versuchen) leitet F. nicht von gleichzeitig auftretenden entgegengesetzten Elektricitäten und deren Wirkungen, sondern nur von dem verschiedenartigen nicht gleichzeitigen Verdunsten und Trocknen der verschiedenen Stellen des Papiers ab, wozu die Unebenheit der Zinkoberfläche und das ungleiche Anliegen des Papiers vorzüglich beitrage; indess zeigte in meinen Versuchen ein in vollkommen klare Lakmustinctur getauchter Zinkstreiffen nach 24 Stunden auf der ganzen Oberfläche zerstreute, theils purpurne, theils rothe, theils vollkommen blaue Stellen, während die übrigen Antheile der Tinctur vollkommen blau geblieben waren. Ausserdem sah ich Rhabarberpapier zwischen Platten von vollkommen oxydulfreiem Stabeisen binnen $^1/_2$ Stunde vollkommen und durchgängig rothbraun, und mit Rosentinctur gefärbtes Papier zwischen zwey durchaus oxydulfreien Kupferplatten binnen $^1/_4$ Stunde gänzlich grün werden, zwischen zwei Zinkplatten hingegen stellenweise rosenroth und blasgrün. Am empfindlichsten für dergleichen Versuche zeigte sich mir das erwähnte Rosenpapier, was ausserdem für Säuren, wie für Alkalien, Lakmus und geröthetes Lakmuspapier durchaus übertrifft. (Essigsaures Bley, welches blasrothes Lakmuspapier stärker röthete, färbt übrigens das Rosenpapier ebenfalls grünlich, ähnlich der Wirkung einer sehr verdünnten Alkaliflüssigkeit.) Vergl. auch Berlinisches Jahrb. f. d. Pharmac. 20r Jahrg.

6) Giebt man zu, dafs ein und derselbe feste Leiter, sofern er mit ungleich glatter Oberfläche erscheint, schon mit einem feuchten Leiter schwache galvanische Wirkungen zu erzeugen vermag, so verdienen auch noch die LEIDENFROST'schen Versuche hieher gezählt zu werden, wiewohl das langsamere Verdampfen des Wassers anf glühendem Metall zum grösseren Theile der Mitwirkung des Lichtes zuzuschreiben seyn dürfte, indem an Licht gebundene Wärme den Anziehungskräften der Tropfbaren wie der Starren weniger stark entgegen zu wirken (sich mit denselben ins Gleichgewicht stellend und dadurch das An- oder Zusammengezogenseyn aufhebend; I. S. 128.) scheint, als die lichtfreie Wärme; vergl. m. Grundzüge S. 348. Tröpfelt man nämlich Wasser auf bloss heises Eisen, so verdampft es schnell, während es auf glühendem Eisen in längerer Zeit verflüchtigt wird, und dabei zu einer eigenthümlichen Bewegung gelangt, welche von erzeugtem (Wasserstoff-) Gase herzurühren scheint (?) KLAPROTH beobachtetete dasselbe auch bei anderen, durch blosses Wasser nicht oxydirbaren Metallen, z. B. bei Silber und Platin, vielleicht wurde auch in diesem letzteren Falle, das Wasser auf dieselbe Weise in Wasserstoff- und Sauerstoffgas zersetzt, wie es nach CAZALET der Fall ist, wenn man, in einer besonders dazu eingerichteten Geräthschaft, Wasser tropfenweise auf geschmolzenes Glas fallen lässt durch die Ausdehnung seines Dampfes bildet es hohle, mit den genannten Gasen gefüllte Glaskugeln; wobei noch bemerkt werden muss, dafs das glühende Glas leitet. Vergl. LEIDENFROST. De aquae communis nonnullis qualitatibus tractatus. Duisb. 1756. §. 15. p. 30. ZIEGLER: Speciem de digestore PAPINI, ejusque structura et usu. Basil. 1768. 4.; vergl. LAMBERTS Pyrometrie. Berl. 1779. 4. S. 130 u. s. f. LINKS Beitr. zur Physik und Chemie. St. II. S. 11. Anm. KASTNER in TROMMSDORFF's Journ. XI. St. St.

270 etc. KLAPROTH in SCHERERS Allg. Journ. der Chemie, VII S. 646—651. OERSTED in GEHLENS N. A. J. der Chem. III. 324. und RITTER in dessen Electr. Syst. S. 286 etc. Diesem LEIDENFROST'schen Vers. rücksichtlich der Producte, und wahrscheinlich auch in Hinsicht der dazu nöthigen galvanischen Bedingungen, ähnelt der LAVOISIERsche Versuch über die Zersetzung des Wassers, wenn man es als Dampf über glühendes Eisen (z. B. durch einen mit Nägel gefüllten Flintenlauf) streichen lässt: das Eisen wird oxydirt, indem es fast 90 Proc. am absoluten Gewichte zunimmt, während sich 10 Proc. Wasserstoff gasförmig entbinden. und in einer mit Wasser gefüllten pneumatischen Wanne, unter mit Wasser gefüllten umgestürzten Flaschen, mit Hülfe eines an dem einem, aus dem Ofen hervorragenden, Ende angebrachten pneumatischen Rohrs aufgefangen werden kann. Gewöhnlich nöthigt man dadurch den Wasserdampf, sich durch den Flintenlauf fortzubewegen, dafs man eine kleine, drei bis vier Unzen Wasser enthaltende Retorte, mit ihrer Mündung luftdicht in die entgegengesetzte, gleichfalls aus dem Ofen hervorragende, Mündung des Flintenlaufes einküttet, und nachdem der im Innern des Ofens befindliche Theil des Flintenlaufs vollkommen glühet, die Retorte bis zum Sieden des Wassers erhitzt. — Das auf diesem Wege erhaltene Wasserstoffgas ist stets mit etwas flüchtigem brennzlichem Oele geschwängert, noch mehr jenes, welches durch Auflösen des Eisens (Zinks, Mangans etc.) in verdünnten Säuren bereitet wird; dieses Oel verdankt seine Entstehung dem im Stabeisen vorhandenen kleinen Antheilen Kohlenstoff, der sich mit $^1/_5$ Wasserstoff (vielleicht auch mit etwas Eisen- Zink oder Mangan-Wasserstoff) zu jenem übelriechenden Oele verbindet; schütteln mit Kohlenpulver und Wasser macht das übelriechende Wasserstoffgas geruchlos.

7) Die meisten Versuche mit der einfachen galvanischen Kette, sind bis jetzt bei einer Temperatur angestellt worden, die niedriger als die Siedshitze des Wassers war; und da diese bereits so wichtige Resultate gewährten, so dürfte die Beantwortung der Frage; wie sich alle diese Phänomene bei Glühtemperatur ausnehmen würden? für die Wissenschaft sehr interessant seyn; auch zugegeben, daſs Wasserdampf um so mehr isolirend wird, je höher seine Ausdehnung durch Hitze wächst, so nimmt doch umgekehrt das Leitungsvermögen verschiedener Isolatoren, bei hoher Temperatur bedeutend zu. Auch die Fällungen der Metalle auf trocknem Wege (vergl. Kastners Grundr. d. Chem. I. S. 97) scheinen zu diesen noch nicht hinreichend untersuchten Kettenactionen zu gehören.

8) Um sich eine Vorstellung von der Schnelligkeit und ausserordentlich grossen Menge der Electricität und ihrer Entwichelung in der Kette (ohne Zwischenraum) des obigen XXIV. Vers. zu machen, dient eine von Ritter angestellte Berechnung: über die bei der Reduction des Hornsilbers (im Wasser höchst schwer lösliches salzsaures Silber) durch Kochen mit Wasser und Eisen, galvanisch wirksame Menge von Electricität; von der innerhalb 10 Minuten soviel entwickelt wurde, daſs 960 Gran Hornsilber reducirt werden konnten; wozu die beste Electrisirmachine 13 Tage 18 Stunden und 30 Minuten d. i. 1983 mal soviel Zeit erfordert hätte. Ritter in Gehlens Journ. f. Chem. u. Physik. I. S. 384 ff. — Fischer (Gilberts Ann. XLII. 90 f. 230 f.) reducirte binnen 18 Stunden 1 Gran weisses pulvriges salzsaures Silberoxyd mittelst einer Platinzinkkette vollkommen; mittelst einer Goldzinkkette stellte er $^1/_{10}$ Gran weissen Arsenik metallisch her. Trockne Hornsilberspähne (Chlorsilber) zwischen zwei Zinkplatten (also ein und derselbe feste Leiter) gelegt, wurden binnen Kurzem feucht und nach mehreren Stunden

zeigte sich an beiden Zinkplatten tropfbare Flüssigkeit und reduziertes Silber; Kupfer und Zink wirkten noch stärker.

9) Viele ältere Beobachtungen der Chemiker über die Metalle, deren Oxydabilität u. s. w. sind rein galvanischer Natur, und häufig auf gewöhnliche einfache Ketten aus zwei festen und einem nassen Leiter gegründet, und verdienen daher für diese Kette in Anspruch genommen zu werden. Z. B. Lavoisiers Vers. über die Bestimmung der Oxydabilität der Metalle, wo das Metall mit Wasser über Merkur in Berührung gebracht wurde; die in Fourcroy's Système des connoissances chimiques T. V. p. 376 und T. VI. p. 157 u. 182 vorkommenden Beobacht. über Zink und Eisen etc.; so bemerkt schon Kunkel, dafs erhitztes laufendes Merkur nur dann an der Luft zu rothem Oxyde übergehe, wenn ihm etwas Gold (ein gegen Merkur — E bekommendes, mithin die elektrische Positivität des Merkur gegen den elekt. negativen Sauerstoff erhöhendes Metall) zugemischt werde. Die erste gewöhnliche Kette zu chemischen Beob. stellte 1792 Fabroni (Gilbetts Ann. IV. 120—433) dar, dem Ash (v. Humboldts Vers. über die gereizte Nerven- und Muskelfaser. I. S. 472), x. Humboldt, Ritter, v. Arnim, Desormes, Reinhold, Walloston, Jäger, W. Pfaff, Bostok, Wilson, Treviranus, Gautherot, Boissier, Lagrave, Pittaro, Aldini, Izarn u. a. folgten. Erst späterhin folgten Beobachtungen über die chemische Wirksamkeit einer Kette aus zwei flüssigen (nassen) Leitern und einem Metalle.

§. 119.

XXXV. Vers. In ein gewöhnliches kleines Kelchglas, schütte man ohngefähr soviel von einer

möglichst wenig oxydirten salzsauren Zinnauflösung (die durch Kochen des Zinnes mit Salzsäure bereitet worden, und noch etwas freie Säure enthält), daſs das Glas bis zum vierten Theile davon erfüllt wird, schichte dann mittelst einer genässten Fliesspapierbrücke, dem Maase nach, eben soviel destillirtes Wasser genau darauf, und senke nun einen schmalen einfachen Staniolstreifen behutsam so durch das Wasser, daſs er in die untere dichtere Flüssigkeit hinabreicht, ohne beide Flüssigkeiten zu vermischen; nach kurzer Zeit bemerkt man, daſs in demselben Maasse, wie der in die Zinnauflösung herab reichende Theil des Zinnstreifens zerfressen (oxydirt) und aufgelöst wird, sich an der Grenze beider Flüssigkeiten, also dort wo sich eine mehr oder minder verdünnte Auflösung vorfindet, ein Theil des zuvor aufgelöst gewesenen Zinnes metallisch niederschlägt, und eine glänzende, theils kleinblättrige theils nadelförmige Metallvegetation darstellt, die sich nach oben zu so weit fortbildet, als das Wasser noch mit Zinnauflösungstheilen geschwängert ist. War die Zinnauflösung zu diesem Versuche vollkommen gesättigt, so geschieht die Reduction des Zinns in ihr selbst, und die Oxydation des hineingetauchten Streifens in der verdünnteren Schicht; und wählte man Zinnauflösung von völlig gleicher Dichtigkeit, ohne Zusatz einer zweiten leitenden Flüssigkeit (Wasser) so erfolgt gar keine Reduction. Statt des hinein gehängten Metallstreifens kann auch Reisblei, Kohle etc. mit ähnlichem Erfolge gewählt werden. Silber-, Kupfer-, Blei-, und zum Theil auch Zink und Eisenauflösungen zeigen ein

ähnliches Verhalten, wenn sie mit einem Streifen oder Drathe desselben Metalles welches sie aufgelöst enthalten, und mit Wasser zu einer ähnlichen wirksamen Kette verbunden werden, und beim Golde, Platin, Wismuth, Tellur, Stibium, Mangan, Kobalt, Nickel etc. ist dasselbe zu erwarten.

Bemerk. 1) Bucholz (N. Allg. Journ. d. Chem. III. 324.) machte zuerst die obigem Vers. zum Grunde liegende Beob.; Ritter (Ebendas. IV. 253—281 und Journ. f. Chem. u. Phys. I. S. 410. ff.) erkannte sie als galvanisches Phänomen, bestätigte und erweiterte sie, und suchte vereint mit B. die Bedingungen des Gelingens derselben festzusetzen (R. e. a. O. u. Bucholz im Journ. für d. Chem. u. Mineralog. V. 127 — 142).

2) Diese Bedingungen bestehen ausser den bereits erwähnten hauptsächlich darin, a) daſs die Metallauflösung von einer Beschaffenheit, der Auflöslichkeit und Concentration nach, sey, welche eine zu schnelle Vermischung mit der überstehenden Flüssigkeit, wodurch das dreigliedrige und dadurch wirksame Verhältniss der Kette aufgehoben würde, hindert; b) daſs das Oxydationsverhältniss der Glieder der Kette verschieden sey. R. a. a. O.

3) Es lässt sich die Kette des obigen Vers. auch in eine mit Zwischenraum umwandeln, wodurch eine noch genauere und deutlichere Beob. des ganzen Phänomens möglich wird, welche zugleich beweisst, daſs die Action der Kette, und die daraus an zwei verschiedenen Orten derselben entspringende Oxydation und Hydrogenation am stärksten ist, wenn concentrirte Metallauflösung und verdünnte von einem mittleren Grade der Verdünnung, die beiden flüssigen Leiter der Kette darstellen. Man er-

reicht diese Bedingung, wenn man nach Ritter (a. a. O. S. 261. ff. u. Journ. für Chemie u. Phys. I. S. 427 etc.) die beiden rücksichtlich ihrer Verdünnung verschiedenen Flüssigkeiten, in die zwei Schenkel einer V förmigen Röhre bringt, und dann oben von einem Schenkel zum andern mit Metallstreifen des aufgelösten Metalls leitend verbindet. Enthält unter diesen Umständen der eine Schenkel bloss Wasser, so ist weit weniger Wirkung da, als wenn er auch nur mit einer 1024fachen Verdünnung gefüllt ist. Die minder concentr. Flüssigkeit bildet dabei stets den Hydrogenpol, die concentrirtere den Oxygenpol, und die Action der Kette wächst (wie immer) dann, wenn der Hydrogenpol stärker oder vergrössert wird.

4) Fischer (a. a. O.) suchte durch Versuche zu beweisen, daſs bei den vorstehenden Metallreductionen nicht Galvanismus, sondern nur einfacher Chemismus wirke; er erhielt nemlich keine Spur einer Zuckung, als er eine conc. und eine verdünnte Zinnauflösung in zwei Gläsern neben einander setzte, in die eine Flüssigkeit die Schenkel, in die andere den Nerven eines frisch präparirten Frosches senkte, und beide Flüssigkeiten durch einen Zinnstreichen verband; — unter diesen Umständen war aber auch wohl nicht füglich Zuckung zu erwarten, da die in beiden Flüssigkeiten gegen das berührende Zinn entwickelten E gleichnamig und nur ihrer Intensität nach verschieden ausfallen muſsten. Vielleicht wäre die Zuckung eingetreten, wenn F. den Schenkel (oder den Nerven) mit dem Zinne in Verbindung gebracht, dieses in die eine Flüssigkeit gesenkt, beide Flüssigkeiten durch einen Bogen derselben das Zinn berührenden leitenden Flüssigkeit verbunden und die andere Flüssigkeit dem Nerven (oder Schenkel) zugeführt hätte; denn nur in diesem Falle war ungleichnamige Elektrisirung der Flüssigkeiten zu erwarten.

Ausserdem gehören bekanntlich Ketten, deren Erreger aus feuchten Leitern bestehen, zu jenen, welche die geringste Wirkung auf Froschpräparate haben; auch fragt es sich, ob die Zinnauflösungen auf das Präparat nicht zerstörend wirkten und so dessen ganze Erregbarkeit und Leitung dort beträchtlich herabstimmten, wo sie es berührten? Vermieden würde dieser mögliche zerstörende Eingriff, wenn man in eine V förmig gebogene Röhre zwey ungleiche flüssige Leiter neben einander aufschichtete, so dafs die eine den einen, die andere den anderen Schenkel der Röhre füllte, hierauf in jeden der Schenkel einen Streiffen eines und desselben Metalles (z. B. des Zinns) senkte, und mit dem einen dieser Streiffen, den Nerven, mit dem andern, den Muskel des Präparats armirte. — Wenn F. statt des in die übereinander geschichteten Zinnauflösungen zu senkenden Zinns einen Kupfer-, Silber-, Gold-, oder Platindrath oder Kohle tauchte, sah er keine Spur von Reduction (ich stelle hieher gehörige Versuche, um Vermischung der Flüssigkeiten durch das Eintauchen zu meiden, gewöhnlich so an, dafs ich z. B. in das leere Zylinderglas zuvörderst den Platindrath senkrecht stelle, ihn unten am Boden mit Siegellak befestigend, und dann erst eine Flüssigkeit nach der andern übereinanderschichtend in den Cylinder bringe; ist im erwähnten Falle die untere Flüssigkeit Salzsäure, die obere Wasser, so erscheint am unteren Drahttheile kaum ein Gasbläschen, während der obere nach und nach ganz mit Bläschen belegt wird, ohngeachtet die untere dichtere Flüssigkeit die atmosphärische Luft der Drathoberfläche eher hinwegdrücken sollte. Ein Hinaufschieben von Luftbläschen, von unten nach oben, längs des Draths, habe ich nie wahrgenommen. Schichtet man flüsssiges Kupferammoniak und Aetzammoniak übereinander, so entfärbt ein zuvor schon hineingesenktes Kohlenstäbchen die untere Schicht

vollständig binnen einigen Stunden. — Oftmals wirkt auch die durch galvanische Zersetzung frei und bei der Uebereinanderschichtung zweier Flüssigkeiten nicht wohl vom fällenden Metalle polarisch (räumlich) entfernte Säure wieder auflösend durch das kurz zuvor reducirte Metall, zumal wenn das fällende Metall selbst in geringerem Maase oxydirbar und dadurch unfähig ist, die frei werdende Säure zu binden. F. hält das im obigen Versuch erscheinende Zinn gar nicht für ein galvanisch gefälltes, sondern nur für krystallinische Zinntheile, welche durch auflösende Säure entblöst wurden, indem dieselbe die sie bedeckenden, nicht in den Hauptrichtungen der krystallinischen Structur liegenden Theile, oder die oberflächlichen Metalle-Blättchen wegnahm, auf ähnliche Weise wie dieses bei der Fertigung des sog. Metallmoors und beim Entblössen der kryst. Structur durch auflösende Mittel in Daniel's u. a. Vers. der Fall ist; vergl. m. Syst. d. Chem. S. 67. u. weiter unten Cap. XII. Indefs beobachtete F. bei hieher gehörigen Vers. mit dem Bley doch selbst, dafs an dergleichen krystallinischen Facetten, welche ein in verdünnter Salpetersäure gesenkter Bleistab schon nach einigen Minuten auf seiner Oberfläche darbot, sich bei längerer Einwirkung fadenartige Krystallisationen ansetzten, die denn doch zuvor aufgelöst und flüssig gewesen und mithin am Bley gefällt worden sein mufsten. Dafs übrigens einer der feuchten Leiter in R's Vers. freie Säure enthalten muss, dürfte in der besseren Leitung solcher Leiter seinen Grund haben; denn je grösser die Leitungsgüte der sich berührenden Erreger der Electricität ist, um so schneller erfolgt die Störung des electr. Gleichgewichts.

5) Bei der Reduction eines aufgelösten flüssigen Metalls durch einen eingesenkten, aus zwei festen Leitern erster Klasse bestehenden Electromotor, folgert

Fischer aus seinen darüber angestellten Vers., dafs nur eine solche Kette das aufgelöste Metall zu reduciren im Stande sey, deren positives Metall auch auf chemischen Wege (durch nähere Verwandtschaft) diese Wirkung hervorbringt, und das, um sie zu gewähren, es mit der zu reducirenden Auflösung ebenfalls zur innigen und unmittelbaren Berührung gebracht sein muss. Indefs gilt dieses nur von vollkommen neutralen Metallauflösungen, von sauren hingegen F's eigenen Vers. zufolge nicht; letztere sind es aber, die allein mit ungleichwerthigen festen Leitern sehr wirksame einfache Ketten zu geben vermögen, und Mangel an Leitung im Innern des feuchten Leiters dürfte in den meisten Fällen die reducirende Wirksamkeit der Ketten mit neutralen Auflösungen bis zum O des Wirkens schwächen.

6) Berührt man mit dem firnissfreien Ende eines ausserdem überall überfirnissten Zinkcylinders einen, in einer sauren Kupferauflösung liegenden Platindrath, so wird derselbe fast augenblicklich überkupfert, während sich das berührende Ende des Zinks anfänglich nur schwärzt und erst späterhin mit Kupfer bedeckt. Taucht man einen Silberdrath und einen Zinkdrath, nachdem beide an dem einem Ende (ohngefähr mit einander einen halben rechten Winkel einschliessend) verbunden worden sind, in eine saure Kupferauflösung, so überzieht sich der Silberdrath sofort mit Kupfer, der Zinkdrath erst späterhin vollständig, ohngeachtet sich beide nur ausser der Flüssigkeit berühren. — Auch aus der neutralen Kupferauflösung wird unter bemerkten Bedingungen Kupfer gefällt, aber es ist Zinkhaltig; wie denn auch in jenen Fällen, wo nur 1 Metall die Fällung bewirkt, das gefällte Metall vom Fällenden mehr oder weniger beigemischt enthält, wenn die Auflösung

vollkommen neutralisirt war; es bildet sich nemlich unmittelbar nach dem ersten Fällungsmoment eine Anflösung von Theilchen des fällenden Metall's, welche späterhin gemeinschaftlich mit dem noch übrigen zu fällenden Metalle reducirt wird; überschüssige Säure verhüthet diese Mitfällung, weil sie jenes von den beiden Metallen wieder auflöst, welches durch beider Berührung unter sich positiv wurde, das ist das ursprünglich fällende. Oftmals oxydirt sich auch das späterhin gemeinschaftlich mitgefällte positive Metall; so z. B. erscheint der gewöhnl. Bleibaum, wenn er lange Zeit in neutraler Zinkauflösung hängt, stellenweise mit weisem Zinkoxyde bedeckt.

7) Verschiedene neuere Beobachtungen scheinen zu zeigen, daſs die galvanische (als solche mit feuchten Leitern in Berührung gewesene und mittelst guter Wärmezuleiter erzeugte) Electricität von der gewöhnlichen Reibungselectricität durch einen grösseren Wärmegehalt und eine vielleicht schon dadurch vermehrte chemische Anziehung sich unterscheide; rücksichtlich der einfachen galv. Kette gehört hieher der Wollaston'sche und hinsichtlich der weiter unten zu erwähnenden zusammengesetzten Kette: Hare's Calorimotor. (The americ. Journ. of Sci. by B. Silliman. New York 1819. 8. V. Nr. IV. S. 413.) Ersterer (oder das sog. galvanische Feuerzeug) besteht aus einem breit geschlagenen silbernen oder kupfernen Schneidernähring, zwischen dessen 2 Linien von einander abstehenden und ohngefahr 1 Zoll langen Wänden ein Zinkblättchen mittelst Siegellack dergestalt befestigt ist, daſs es an keiner Stelle unmittelbar das Silber (oder Kupfer) berührt, sondern an jeder Seite 1/4 Linie davon absteht. Ausserdem befindet sich am Nähringe (oder Fingerhut) ein silberner Henkel, von welchem, so wie von der Zinkplatte, ein Platindrath ausgeht; beide Dräthe durchbohren ein Glaskügelchen und enden

sich in einem zweiten Kügelchen der Art. Ueber beide einander möglichst nahe stehende Platindräthe wird ein anderer höchst dünner (ohngefähr $^1/_{3000}$ Zoll dicker) Platindrath angelöthet. Taucht man nun diesen kleinen Apparat in Säure (den mit kupfernem Nähringe in nicht zu schwache Salz- oder Schwefelsäure bis zu $^3/_4$ seiner Höhe; den mit silbernem Fingerhuth etwa bis zur Hälfte in ein Gemisch von 1 Schwefelsäure und 50 Wasser) so erglüht der feine, beide Platten leitend verbindende Platindrath plötzlich, darin mehrere Secunden beharrend, so dafs man ein Zündhölzchen oder Schwamm daran anzünden kann. Die Gluth des Drathes ist von solcher Intensität, dafs man sie selbst am hellen Tage in einiger Entfernung bemerkt. Vergl. Berlin. Jahrb. f. d. Pharmacie 1817. S. 223. u. f. Ueber hieher gehörige Umwandlung des grossen Childernschen Teogapparats in eine einfache galv. Kette und Configliachi's ähnliche Vers., weiter unten; über Hare's Calorimotor vergl, auch d. Gewerbsfr. IV. H. 9.

§. 120.

Jene doppelte electrische Erregbarkeit (§. 113. N. 13.), welche die Möglichkeit jeder galvanischen Kette begründete, und selbst in den letzterwähnten Versuchen deutlich bemerkbar wurde, scheint aber nicht bloss das Eigenthum der anorganischen Natur zu sein, sondern auch in den Organismen und in den Reizungsverhältnissen ihrer Theile, mehr oder minder modificirt, wiederzukehren. Da indefs diese Untersuchungen Gegenstände der Physiologie sind, und hier nur im Allgemeinen berührt werden können, so genüget es uns hier, theils einige der

merkwürdigsten Erscheinungen der Art anzuführen, theils auf die Quellen zu verweisen, durch deren Benutzung ein gründliches Studium dieses Theils der Naturlehre des Organismus möglich ist.

Bemerk. 1) Schon früher untersuchte Volta das Verhältnifs galv. Erregung gegen die Sinnesorgane; dahin gehören die Versuche mit einer Zink- und Silberplatte, von denen die eine auf, und die andere unter die Zunge gelegt wird, vereint erregen beide im Augenblick der Schliessung einen säuerlichen oder bitterlichen Metallgeschmak. Eben so bemerkt man nach Hunter einen Lichtschein, wenn man einen Zinkstab am Zahnfleisch der untern Kinnlade, und einen Silberstab in den Augenwinkel bringt, und beide nachher an den freien Enden gegenseitig in Berührung setzt. — Füllt man einen metallenen (zinnernen) Becher mit Kalkmilch, oder schwacher alkalischer Lauge, fasst dann den Becher mit einer oder beiden mit Wasser genäszten Händen, und bringt die Zungenspitze auf die in dem Becher enthaltene Flüssigkeit, so erhält man bei der Berührung der Flüssigkeit einen entschieden sauren Geschmack, der endlich dem eigenthümlichen alkalischen weicht. — Füllt man einen zinnernen oder besser zinkenen Becher mit reinem Wasser, setzt ihn auf eine Silberplatte, und berührt stark gegen drückend mit einer der genässten Hände die Silberplatte, während man mit der Zungenspitze das Wasser berührt, so erhält man gleichfalls einen merklich sauren Geschmack. Vergl. S. 462 d. I. B. dies. Grundr. — Verletzt man einen Theil des Körpers, z. B. die Aussenseite der Hand, an zwei Stellen, belegt die eine Wunde mit einem Zinkstäbchen, die andere mit einem Silberdrath, und vereint beide auf gleiche Weise wie in den vorigen Versuchen, so bemerkt man im Momente der gegenseitigen Metallenden - Berührung eine stechende

Empfindung an beiden Stellen, besonders aber an der Zinkseite. Mehrere Versuche der Art haben v. HUMBOLDT etc. angestellt. — VOLTA in GRENS Journ. VI. 414. VIII. 65—77.

2) Unter den Säugthieren sind besonders die Hunde sehr empfindlich für die Wirkung jenes Reizes auf die Zungenwärzchen. Die Vögel, unter allen Thieren diejenigen, bei welchen die Respiration am weitesten ausgebreitet, die Luftersetzung am stärksten und die thierische Wärme am gröſsten ist, zeigen die kürzeste Dauer galv. Erregung. Schreitet man bei kleinen muntern Vögeln nicht sehr schnell zur Nervenpräparirung, so wirkt auch der stärkste Reiz nicht mehr. Die Flügel kleiner Hühnchen (etwa 14 Tage alt) kann man mit Zink und Gold in Bewegung setzen. Steckt man einem sterbenden Vogel, ein Zinkblättchen zwischen den Schnabel, und einen Silberdrath in den After, und verbindet beide Metalle durch einen metallenen (z. B. eisernen) Bügel; so öffnet der Vogel die Augen und schlägt mit den Flügeln. Eine dauernde Reizbarkeit zeigen die Amphibien, die deshalb, so wie durch ihren fast durchsichtigen und zugleich sehr starken Körperbau, und durch ihr reines Muskelfleisch, die Aufmerksamkeit der Physiologen zu galv. Versuchen vorzüglich auf sich zogen. Die unzerstörbarste Reizbarkeit unter allen, zeigen Frösche und Fluſsschildkröten; so wird z. B. die europäische Schildkröte noch von einem Zinksilberpaare afficirt, wenn auch schon ihre Muskeln in Fäulniss übergegangen sind. Bei jüngeren Fröschen ist die Reizbarkeit grösser, als bei älteren; bei den Weibchen stärker als bei den Männchen, und die beste Zeit mit ihnen zu experimentiren, ist, wenn man sie aus dem Winterschlafe erweckt, und in gelinder Stubenwärme belebt. Zu gewöhnlichen Versuchen, schneidet man mit einer guten Scheere, mit 2—3 Schnitten: Kopf, Vorder-

beine und Bauchfell ab, zieht dann schnell von denen in der Hand gehaltenen, mit dem Rückmark zusammenhängenden, Hinterbeinen, die Haut ab, und theilt endlich von unten herauf das Rückmark um einige Linien, durch einen nach dem Kopfende zu gehenden Schnitt, jedoch so, dafs die Nervenbündel oben noch zusammenhängen etc. Bei electr. Schlägen, verwandelt sich die braungrüne Hauptfarbe der Frösche, in die blaue, meergrüne und gelbe Farbe; Farbenänderungen worauf schon Gemüthsbewegungen Einflufs zu haben scheinen. Eidechsen zeigen gewöhnlich einen hohen Grad von Reizbarkeit, und heftige Muskelcontractionen, wozu vorzüglich ihre feineren Nerven und ihr verhältnifsmässig grösseres Gehirn beiträgt; aber wegen der wenigen Medullarsubstanz in den Gliedmassen, und dem grossen Consens mit dem Hirn, erschöpft der Reiz eines Zinksilberpaares sehr bald die Reizfähigkeit. Vorzüglich hat man dieses in wärmeren Gegenden an der grünen Eidechse bemerkt, die vor anderen noch dadurch merkwürdig ist, dafs jeder feuchte Leiter, auf den Leib geträpfelt, vorzüglich aber oxygenirte Salzsäure, oder auch jede Lage, worin der ganze Schwanz mit Wasser bedeckt ist, convulsivische Bewegungen hervorbringt. — Die Fische zeigen einen hohen Grad von Muskelkraft; das Rückenmark, die Nervenäste, welche in die Flossen gehen, sind beim Tobiasfisch, Perca Lucioperca, Perca Cernua, Cobitis fossilis, Cyprinus Tinca, und den Karpfen sehr leicht zu armiren; die Contractionen sind heftiger und lebhafter wie bei den Amphibien; alkalische Lösungen, Säuren, und vorzüglich wässriges Chlor erhöhen sie ungemein. Aale, Schleien etc. werden durch leise Metallberührung schon afficirt; auch Fischherzen sind für diese Reize und wässriges Eslor sehr empfänglich. — Entblöfst man bei einem Insecte, durch einen Horizontalabschnitt die Bewegungsnerven

bei ihrem Ursprunge aus dem Gehirne, so entstehen, wenn die Metalle auch blofs die Nervenfaser treffen, lebhafte Contractionen in den Extremitäten; der vortheilhafteste Punct ist die erste Schlinge, welche sie in der Kugel bilden. Das zähe Leben der meisten Insecten läfst schon erwarten, dafs ihre Reizfähigkeit ziemlich dauernd seyn werde, und wirklich zeigen z. B. viele Bockkäferarten, aufgespiefst öfters nach 4 Wochen noch, nach vorangegangenem Metallcontact, sehr lebhafte Bewegung. Ichnevmon punctator bewegt sich ohne Kopf nach vier Tagen noch heftig mit dem Hinterleibe, wenn man ihn mechanisch reizt. Alkohol (und noch mehr die Blausäure) bewirkt dagegen gewöhnlich heftige Atonie; bei den Coleopteren binnen 15—20 Minuten, beim Flicker (Cerambyx Cerdo) und Zimmermann (Cerambyx aedilis) binnen einer halben Stunde, eben so bei den Stubenfliegen. Eine sehr wirksame Kette, noch besser wässriges Chlor erweckt sie wieder. Hymenopteren z. B. die Hornisse (Vespa Crabro) zeigen, wenn der Kopf auch seit vierzehn Tagen abgeschnitten ist, auf den Metallreiz (schon von einem Zinkkupferpaare) heftiges Zittern in den Extremitäten. — Armirt man todte Krabben an den Gelenken der rechten Scheere mit Zink, und den linken Hinterfufs mit Kupfer oder Silber, so werden durch den Contact beider Metalle lebhafte Zuckungen erregt. Ist das erste Glied eines Krebsfusses abgelöst, und wird die Wunde mechanisch gereitzt, so kann der Krebs nach Willkühr noch das zweite Glied fahren lassen; eben so kann der südamerikanische Wanderkrebs (Cancer ruricola) seine Scheeren loslassen; vorzüglich wenn der mechanische Reiz zugleich galvanischer ist. Steckt man dem Taschenkrebs (Cancer Pagurus) Zink in das Maul, während man die gestengelten Augen mit einem silbernen Conductor berührt, so kann man beide Augen, durch den Contact beider Metalle erschüt-

tern. — Berührt man mit einer silbernen Pinzette die fasrige Haut, welche am Fusse des Dintenwurms (Sepia officinalis) die Saugwarzen ringförmig umschliefst, so verengt sich der Rand dieser Haut, und einmalige Berührung beider Metalle erschöpft alle Reizbarkeit der Saugwarzen. Lumbricus und die Gattung Helix zeigen übrigens unter den Würmern die lebhafteste Reizbarkeit. Nicht minder wirksam zeigt sich der Metallreiz bei den Mollusken, Naiden, Lernäen, Askariden und dem Bandwurme. Ueber K. A. Weinholt's zum Theil hierher gehörige Versuche vergl. weiter unten.

3) Um die Stärke zweier Belegungen in Hinsicht der Erregung gegen thierische Muskel u. Nervenfaser zu prüfen, gab Ritter folgendes Verfahren an; um zu wissen, ob Zink und Gold, oder Zink und Kupfer mehr wirken, armirt man den Nerven eines der von zweien unter sich in Verbindung stehenden Muskel mit Gold, den des andern Muskels mit Kupfer und verbindet diese beiden Metalle durch Zink. Auf der Seite des Goldes entstehen Zukkungen, mithin ist dieses wirksamer als Kupfer, wenn beide mit Zink verbunden werden. Um den Unterschied der Wirksamkeit beider zu bestimmen, bringt R. zwischen das Kupfer und den Nerven einen anderen Leiter, welcher, allein damit verbunden, Contractionen auf der Kupferseite geben würde. Ein solcher Leiter ist das Gold. Hier erfolgt nun keine Wirkung, woraus R. schliefst, dafs der Unterschied der Wirksamkeit des Kupfers und Goldes, und der des Zinks und Kupfers, gleich der Wirksamkeit des Goldes und Kupfers ist. Sofern nun der Unterschied der Verwandtschaftsgrade zum Zink nnd Kupfer gerade so grofs ist, als der von Kupfer und Gold, so verhalten sich die durch zwei verschiedenartige Metalle hervorgebrachten Wirkungen,

wie die Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff. Vergl. oben S. 33 u. f.

4) Belegt man nach R. den Nerven mit Zink, den Muskel mit Silber oder Reisblei (Graphit), so bleibt die Reizbarkeit bei ungeschlossener Kette anhaltender; der umgekehrte Fall tritt ein, wenn der Nerve mit Silber und der Muskel mit Zink belegt wurden; es zeigen dann die in einer geschlossenen Kette gelegenen Muskeln, beim Oeffnen der Kette, heftige und dauernde Erregung, die bei der Kettenschliessung wieder aufhört. TREVIRANUS hat indeſs hiergegen einige bedeutende Einwendungen gemacht. Im ersten Fall wird die Erregung vermindert, im zweiten vermehrt. Auch versuchte es R. zu beweisen, daſs sich in dem lebenden thierischen Körper stets eine geschlossene Kette finde, aus Muskelfaser, Nervensubstanz und Flüssigkeit bestehend, wodurch eine fortdauernd galvanische Wirkung in demselben Statt finde. (Vergl. dessen Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs in dem Thierreiche begleite. Weim. 1799). Dessen Beitr. II. St. 3 u. 4. und dessen Schreiben an VAN MONS etc. N. A. Journ. d. Chem. VI. S. 141 u. 153. G. R. TREVIRANUS Biologie V. S. 141 u. f. Göttingen 1818.

5) Ein thierisches Organ mit unter sich heterogenen Excitatoren des Galvanismus in Berührung setzen, heiſst dasselbe bewaffnen (armiren). Gewöhnlich armirt man den Nerven durch eine Zinkplatte, und bringt dann zur Schliessung der Kette, einen gebogenen, an den Enden stumpfen und abgeglätteten Drath eines anderen Metalls (leitender Bogen genannt), mit seinem einen Ende an die Zinkplatte, mit dem andern an den Nerven oder dessen Muskel. Muskeln, welche nicht mehr zucken, wenn man mit dem Silberbügel erst das den Nerven armirende Zink, dann den Muskel berührt, zucken öfters noch, wenn man den Bügel erst an den Muskel und dann an das

Zink legt. Auch kann man nach ACHARD, das eine Ende des leitenden Bogens mit einer breitgedrückten Kugel versehen, um so dem Muskel eine grössere Berührungsfläche entgegen zu bringen. Die Zuckung des Muskels erfolgt bei der Schliessung, und hatte der silberne Bogen ebenfalls den Nerven berührt, so zuckt dennoch der nicht von Metallen unmittelbar berührte Muskel des Nerven. Hingegen erfolgen in einem Muskel keine Zuckungen, wenn dessen Nerve oberhalb eines Unterbandes armirt wird, wohl aber in einem andern Muskel, dessen Nerven zufällig jenen unterbundenen Nerven oder überhaupt jene Kette berührt. Metalle und Kohle, und nach v. HUMBOLDT auch der an Kohlenstoff reiche lydische Stein (v. H's Bemerk. über die lebendige Muskelfaser als anthrakoskopische Substanz, in v. CRELLS chem. Annalen II. 3.), so wie statt der Metalle die schwefelhaltigen Erze, bringen ähnliche Erfolge hervor. Auch wenn sich zwischen Nerv und Metall, oder auch zwischen beiden Metallen ein feuchter Leiter (z. B. Wasser, todtes frisches Fleisch etc.) befindet, treten jene Erregungen ein; vergl. v. HUMBOLDT Vers. üb. die gereitzte Muskel- und Nervenfaser etc. Posen u. Berlin 1797. 8. I. 68. 70. und PFAFFS Einwendungen gegen die Wirksamkeit der Kette, wo auch die Metalle durch feuchte Leiter getrennt sind, in GRENS Journ. VIII. 211. Armirt man nach v. H. (v. CRELLS Annal. 1795 II. 5.) beide: Nerv und Muskel mit zwei Platten ein und desselben Metalls, z. B. Zink, und verbindet beide Platten durch ein Goldstück; so findet keine Erregung Statt, tritt hingegen sogleich ein, wenn das Gold auf einer seiner Flächen befeuchtet, z. B. angehaucht wird. — Bildet indeſs nach R. (vergl. N. 4.) der lebende thierische Körper eine wirksame Kettenreihe, wo in jeder einfachen Kette der Nerv und Muskel zu dem feuchten Leiter, wie Zink und Silber im Verhältniſs stehen, so wird

es auch möglich, daſs bei hoher Reizbarkeit selbst ein Metall hinreicht, um Zuckungen zu erregen. edoch scheint bei den meisten Versuchen der Art, die bis jetzt angestellt wurden, wirklich eine wiewohl höchst geringe Verschiedenheit der angewendeten Metallstücke ein und desselben Metalls obgewaltet zu haben. Vergl. VOLTA in GRENS N. Journ. II. — ALDINI a. a. O. und v. HUMBOLDT (über gereizte Fas. I. 60.) wollen dergleichen Erregungen bemerkt haben. Aus dem obigen Gegensatze von Nerv und Muskel erklären sich dann auch jene merkwürdigen Zuckungen, durch blosse gegenseitige Berührung thierischer Organe ein und desselben Thiers, vergl. v. HUMBOLDT a. a. O. S. 32 u. RHEINHOLDT de Galvanismo. I p. 28; und die noch merkwürdigeren ALDINI's (GILBERTS Ann. XI. 216.) über ähnliche Wirkungen aus entblöſsten Organen eines Thiers, auf entblöſste Organe eines anderen. Daſs zwischen gebrachte Nichtleiter die wirksame Kette unterbrechen, folgt schon aus den früheren Untersuchungen.

6) Gewöhnlich ist die Zuckung bei der Wiederöffnung der Kette, geringer, als sie bei der Schliessung war; indem wahrscheinlich die bei der Schliessung auch in den Organen eingetretene electr. Vertheilung und (nach RITTER) damit verknüpfte Oxygen und Hydrogenladung bei der Eröffnung wieder aufgehoben wird. Nur, wenn nach PFAFF das Silber den Nerven und das Zink den Muskel berührt, ist die Zuckung bei der Schlieſsung sehr schwach bei der Oeffnung sehr stark. Daher sind auch nach RITTER, symmetrische Ketten, z. B. wenn der Nerve eines Froschschenkels an zwei Stellen so mit Zink armirt ist, daſs jedes Zinkstück ein Stück Silber hat (SZNZS), oder wenn je an einem Nerven zweier Froschschenkel ein Zinkstück. an jedem Muskel ein Silberstück liegt, und beide Zinkstücke sich berühren (SMNZZNMS) unwirksam, werden hinge-

gen wirksam, wenn sie aufhören symmetrisch zu seyn. Z. B. obige Ketten in folgende verwandelt: SZNSZ und SMNZSNMZ; vergl. Ritter's Beweis etc. §. 11. Der Einfluſs des Mediums auf jene Erregungen scheint nach v. Humboldt's Beob. wenig bedeutend zu seyn; vergl. dessen Vers. in verschiedenen Gasen, Wasser, Weingeist, Blut, Salzsäure. Merkur etc. Ueber die gereizte Faser. I. 247. Aldini fand jedoch Abnahme der Wirkung in verdünnter Luft; ejusd. de electricitate animali. Bonon 1794. p. 4.

7) Animalische Organismen zeigen stets mehr oder minder das Electrometer afficirende Electricität; bei einigen kommt es unter günstigen Bedingungen zur Funkenproduktion, z. B. bei den Katzen, wenn man sie im dunkelen reibt, oder der Haarlagerung entgegen streicht; etwas der Art bemerkt man auch hin und wieder bei Menschen, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte zur Zeit eintretender Menstruation. Vorzüglich zeichnen sich aber einige wenige Wasserthiere dadurch aus, daſs sie fähig sind, die in ihrem Körperbaue vorzüglich begünstigte Darstellung wirksamer galvanischer Ketten, willkührlich zur Ertheilung electrischer Commotionen zu benutzen; sie machen von diesem Vermögen, bei andringender Gefahr, als Waffe Gebrauch. Dahin gehören: der Zitterrochen (Raja Torpedo), der amerikanische Zitteraal (Gymnotus electricus), der Zitterwels oder Zitterer (Silurus electricus), der Zitterstachelbauch (Tetrodon electr.) u. die indischen Zitteraale (Trichiurus indic. u. electr.). Beim Zitterrochen (das einzige unter diesen Thieren, das in europäischen Gewässern, z. B. im Mittelländischen Meere vorkommt) so wie bei den übrigen besteht das electrische Organ, abwechselnd aus Leitern, den Nerven, der Eiweiſs- und Gallertmasse, wohin Nerven gehen, und aus Halbleitern, den aponevrotischen Blättern, die sich durch die Eiweiſs-

gallerte hinziehen. Bei jedem dieser Thiere ist indeſs der Bau dieses Organs verschieden. Beim Gymnot. electr. findet es sich oberhalb der Blase; allen übrigen Ahlrücken fehlt es. — Es besteht aus vielen vereinigten Aponevrosen, die den Lamellen nachlaufen, und horizontale, paralellaufende, einen Milliometer von einander entfernte Lagen bilden. Andere verticale Lagen von gleicher Beschaffenheit, nur zahlreicher schneiden sie unter einem rechten Winkel, so daſs beide ein breites tiefes Netz bilden, was aus zahlreichen Zellen mit rhomboidalischen Seitenflächen besteht, und innerlich mit einer schmierigen, gallertartig aussehenden Substanz gefüllt ist. Diese Art electrischer Batterien sind in vier besondere Massen getheilt, man nennt sie die grossen und kleinen electr. Organe. Jene liegen zu oberst unter der Schwimmblase und dem Rückenmuskel, und machen allein mehr als die Hälfte der Dicke des Schwanzes aus, eine breite Scheidewand trennt sie, und gibt ihnen starke Befestigungspunkte; an der Schwimmblase und ihren Muskeln sind sie durch ein dichtes Zellgewebe befestiget - unten endigen sie sich zugerundet in der Gegend der knochichten Stütze der Afterflossen. Die kleinen Organe liegen ganz unten im Schwanze, sie entstehen und endigen sich mit den grossen Organen an einer Stelle, und liegen zu beiden Seiten der knochichten Stütze der Afterflossen; im Ganzen gleichen sie zwei langen dreieckigen Pyramiden, deren Seitenflächen mit den Muskelfibern bedeckt sind, welche die verschiedenen Bewegungen der Flossen hervorbringen. Dadurch unterscheiden sich die kleinen Organe sehr von den grossen, die unmittelbar an der Haut festsitzen, also mehr mit den Aussendingen communiciren, und stärkerer Wirkungen fähig sind. Die horizontalen Lamellen der kleinen Organe laufen nicht immer in ihrer Lage parallel, sondern oft wellenförmig gekrümmt. In einem gros-

sen Organ sind deren 34, in dem kleinen Organ, 14; die kleinen Platten, welche diese rechtwinklicht durchschneiden, sind so fein und zahlreich, daſs ihrer 240 in einem Raum von 25 Milliometer beisammen liegen. Die Nerven kommen vom Rückenmark, und vertheilen sich wunderbar. Ueber die Wirbelsäule läuft ein dickerer Nerve vom Schädel bis zum Schwanzende, der doch nur wenige Aeste an die electrischen Organe giebt. Es kommt aber von jedem Wirbel ein Nerve, der nicht nur Aeste an die Schwanzmuskeln, sondern auch an dieses Organ Zweige schickt, die an der Oberfläche derselben hinlaufen, und sich auch in die Zellen verbreiten.

Bei dem Zitterwels umgiebt das elektrische Organ den ganzen Körper; es liegt unter der Haut als eine Schicht Zellgewebe, was so fest und so dick ist, daſs es einer Lage Speck ähnlich sieht. Es besteht aus einem Netze von aponevrotischen, sich in jede Richtung durchkreuzenden Fasern, dessen Geflechte man nur durch die Loupe entdecken kann. Die kleinen Zellen dieses Netzes sind mit einer eiweissartigen Gallerte gefüllt. Die Nerven kommen aus dem Gehirn, und sind dieselben, welche bei allen Fischen unmittelbar unter die Seitenlinie gehen. Sobald sie aus dem Schädel gekommen sind, nähern sie sich einander, und dringen durch zwei verschiedene Oeffnungen in den Körper des ersten Wirbels, gehen dann an der entgegengesetzten Seite derselben aus einer gemeinschaftlichen Oeffnung wieder heraus, entfernen sich hierauf wieder von einander, und gehen unter die Seitenlinien, dann findet man sie zwischen den Bauchmuskeln, und der sich über das electrisirende Organ ausbreitenden Aponevrose; sie dringen endlich unter die Haut, wo 12 bis 15 Aeste rechts und links von dem Nervenstamm entspringen, die innere Seite des netzartigen Gewebes durchdringen, und sich in demselben verbreiten.

Bei dem Zitterrochen (Raia Torpedo), findet man den Knorpelfortsatz, der in die Ränder des Kopfs einfasst, unterbrochen. Dieser Raum bildet parallel nebeneinander stehende prismatische Röhren, von 6, 5 und 4 Seiten ausgefüllt, die in ihrer Lage dem hervorragenden und ungleichen Rande des Kopfes und der Kiemen folgen, und wovon die Grundflächen an der Haut der Rücken- und Bauchflossen festsitzen. Nimmt man die Haut hinweg, so sehen die Grundflächen dieser Röhren wie eine Honigscheibe aus, sie sind mit einer Substanz aus Eiweiss und Gallerte angefüllt. Die Textur dieser Röhrchen ist aponevrotisch, sie sind untereinander durch ein loses Netz aus, sich in allen Richtungen kreuzenden, Fäden verbunden, jede ist mit einer aponevrotischen Platte bedeckt, und nach aussen zu von der Haut umgeben. Alle diese Theile haben sehr dicke Nerven, wovon vier Hauptstämme sich zwischen alle Röhren verbreiten, und sich daselbst verlieren. Sie spielen bei den electrischen Erscheinungen eine grosse Rolle, sie sind das vorzüglich wirksame Glied in der Kette, sammeln und leiten die Electr. (denn der Wille des Thiers ist zur Hervorbringung des Schlages nöthig), doch sind diese Nerven noch nicht allein hinreichend, diese Electricität zu bewirken, denn man findet sie eben so bei allen Rochenarten, sondern die undurchlöcherte Haut der Rücken- und Bauchseite, die ausgebreiteten und vielen Aponevrosen, wodurch die Röhren völlig verschlossen sind, tragen hierzu sehr viel bei; die gallertartige Masse häuft sich dabei in den Röhren an, und wird von den Aponevrosen in kleine isolirte Theile getheilt. In allen übrigen Rochenarten kann folglich nie solche Electricität statt finden, obwohl sie fast ähnliche mit einer solchen Gallerte angefüllte Röhren haben, weil die gallertartige Masse überall frei durch die Hautöffnungen hervordringt; daher wird nicht nur der ganze

Körper damit bedeckt, sondern auch der ganze Roche davon angefüllt. Aus gleichem Grunde erfolgt nie von der Leidner Flasche eine Wirkung, wenn nicht zwischen den Metallblättern Glasscheiben angebracht sind; und allen zur Zeit bekannten Beobachtungen gemäſs, scheint in den elect. Flaschen die Bedingung der L. Flasche mit derjenigen wirksamer Ketten vereint zu seyn. Die Structur der übrigen electr. Fische ist zur Zeit noch nicht so genau bekannt. — Einigermassen ähnliche Erscheinungen, wie diejenigen an den genannten electr. Fischen, will man auch an dem gemeinen Aale und an einer Zoophytenart, dem Seebeutel (Alcyonium bursa L.) beobachtet haben. Vergl. Dr. A. Wienholdts Vorlesungen über die Wirkungssphäre der lebenden Körper. Aus dem litt. Nachlass des Verfassers besonders abgedruckt. Lemgo 1805. 8. S. 37—38. Die meisten Beob. sind übrigens an dem Zitterrochen und dem amerikan. Zitterale gemacht worden; und am ersteren sollen sich die electr. Wirkungen, in kleinen Stössen schon bei dem Embryo zeigen a. a. O. S. 39; die Hauptresultate dieser Beobachtungen bestehen in folgendem:

(8 a) Die stärksten Schläge ertheilt der in den Surinamischen Gewässern lebende Gymnotus (v. Berkel: Reise nach Rio de Berbice, in der Samml. selt. u. merkw. Reisebeschr. Memmingen 1789. 8. S. 220. S. Fahlberg in Gilberts Annal. XIV. 416. Kampf der electr. Aale mit Pferden, beschrieben durch v. Humboldt ebend. XXV. 34.); die des Zitterrochen sind gelinder, und richten sich nach der Grösse desselben (vergl. Geoffroy's, Spallanzani's und Galvani's Beob. zusammengest. in Aldini's Essai sur le Galvanisme. T. II. p. 61). Eine an electr. Commotionen gewöhnte Person, hält jedoch kaum den Schlag des Krampfrochen aus, wenn er 4 Decimeter Länge hat, und in voller Kraft

ist; erst wenn er schwächer wird, hindert das Wasser in etwas die Wirkungen desselben, während sie dann in der freien Luft stärker ausfallen. Vergl. v. Humboldts und Gay-Lussacs Brief an Bertholet, in den Ann. der Chemie. N. 166. Vendem. 14. T. 56. p. 15—23; übers. in Gehlens A. J. d. Chem. VI. 166—172. v. Humboldt sah den Gymnot. die fürchterlichsten Commotionen erregen, ohne alle äussere Bewegung mit den Augen, Kopf oder Flossen; während der Krampfrochen jedesmal eine convulsivifische Bewegung der Brustflossen zeigte. Die Grösse der Schläge richtete sich nach der Grösse der Berührungsflächen, welche die Person dem Fische darbot. Beide Fische können eine lange Zeit hindurch fortwährend starke Schläge ertheilen, es geschieht aber beim Krampfrochen nicht bei jeder Berührung, sondern hängt, wie überhaupt von der Willkühr des Thieres ab.

b) Die Empfindung weicht nach v. H. von derjenigen des Schlages einer Leidner Flasche sehr ab. Nach Configliachi (Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. IV. 654.) ist sie verschieden, wenn man durch Berührung des unteren und oberen Theiles einen Bogen bildet; je nachdem man an dem Rücken (dem positiven Pole) oder an dem Bauche (dem negativen Pole des Fisches) schliesst.

c) Man empfindet den Schlag schon bei Berührung einer einzigen Fläche des electr. Organs, mit einem Finger; eben so, wenn man auf beide entgegengesetzte Flächen, beide Hände zugleich legt; gleichgültig ob man isolirt war oder nicht.

d) Berührt aber eine isol. Person den K. Rochen mit einem Finger, so muſs diese Berührung (nach v. H.) unmittelbar Statt finden; jede Zwischenlage, sey sie ein Isolator oder ein Leiter, hindert den Schlag. Eben so bekömmt man keine Commotionen, wenn man den auf einer Metallplatte

liegenden Fisch, ohne ihn selbst zu berühren hält, selbst wenn er durch eine andere Person aufs heftigste gereitzt wird; und derselbe Fall tritt ein, wenn man den Fisch zwischen zwei, mit ihren Rändern sich berührenden Metallplatten fafst; berühren sich hingegen die Ränder der Platten nicht, d. h. ist die Kette nicht geschlossen, so erhält die Person, welche beide Hände zugleich auf beide Platten legt, eine heftige Commotion.

e) Schlossen mehrere eine Reihe bildende Personen auf solche und ähnliche Weise die Kette, so empfanden sie erst dann den Schlag, als sie ihre Hände genäfst hatten. Auch bekommen zwei Personen, welche mit der rechten Hand den Fisch halten, den Schlag, wenn sie, statt die Ketten durch unmittelbare gegenseitige Berührung ihrer linken Hände zu schliessen, jede mit einer Metallspitze in einen isolirt liegenden Wassertropfen tauchen; hingegen nichts, wenn sie statt des Tropfens die Spitze in eine Flamme halten, und im letzteren Fall nur dann, wenn beide Spitzen sich unmittelbar berühren.

f) Configliachi bemerkte bei der Schliessung einen Lichtschein (Vergl. S. 510). Walsh und Ingenhouss (des lezteren vermischte Schriften v. Molitor. 2te Aufl. Wien 1784. I. 30. 31.) Fahlberg (v. Crells Ann. 1802. II. 80.) Bayon (Journ. de Phys. 1776. Octob.) Guissan (Rapport de la Société philomatique. 120. 121.) sahen bei der Entladung des Gymnot-Funken, und dasselbe, so wie auch deutliches Knistern bemerkte Gardini an einem alten K. Rochen (G. de electrici ignis natura. Mantua 1792. §. 71. a. d. latein. des D. J. Mayer übers. v. J. G. Geissler. Dresden 1793. 8. S. 114).

g) v. Humboldt und Configliachi bemühten sich vergeblich, selbst mit Hülfe des Voltaischen Condensators die mindeste electr. Spannung merkbar zu

machen; jedoch wollen WALSH (Journ. de Phys. Octob. 1776. 334.) BONNEFOY (in KUEHNS Gesch. d. medic. Electr. II. 40.) und BERTHOLON (in s. de l'Electr. du corps humain etc. à Paris 1786. 8. I. 173 u. 174) dergleichen wahrgenommen haben. Vorschläge zu Versuchen der Art so wie zu mehreren anderen hieher gehörigen, haben neuerlichst VOLTA und RITTER gethan; vergl. GEHLENS a. a. O. S. 622 etc.

h) Noch gehören hieher folgende Beobachtungen: COTUGNI erhielt einen electrischen Schlag, als eine lebende Maus, die er zu öffnen im Begriffe war, ihren Schwanz heftig gegen einen seiner Finger bewegte; LICHTENBERG's und VOIGT's Mag. f. d. Neueste d. Phys. etc. VIII. 3. S. 121; REMER nahm bei trocknem Wetter eine lebende Katze auf den Schoos, legt ihr seine linke Hand auf die Brust, während er mit der Rechten über den Rücken sanft streichend hinfuhr; anfänglich erzeugten sich nur einzelne Funken, dann aber erhielt er einen starken, sich weit über die Handwurzel beider Arme erstreckenden Schlag. In dem nemlichen Augenblick sprang das Thier mit einer Aeusserung des Schrekens auf, und liefs sich dann nur mit Mühe zu einem zweiten Vsrsuche bewegen; GILBERT's Ann. XVII. S. 31. Eine ähnliche Beobachtung machte CHLADNI an einem Kater; VOIGT's Magazin I. 3. S. 79. MOLINA's und VIDAURE's Beob. zufolge, bewirkte die Berührung der Sepia hexapodia eine, einige Augenblicke andauernde Erstarrung der Hand; M's Naturgesch. von Chili S. 175 und V's Geschichte des Königreichs Chili S. 63 u. f. — Wenn ich eine lange Zeit hindurch anhaltend geschrieben habe, erhalte ich zuweilen einen heftigen vom Daumen zur Handwurzel gehenden elektrischen Schlag; auch scheint eine elektrische Erschütterung vorzugehen, wenn man im Traume zu

fallen glaubt, und darüber erschrocken erwacht.

i) Die Stärke der Schläge der elektrischen Fische steht mit dem Maafs ihrer Lebenskraft in Verhältnifs und allen hieher gehörigen Beob. zufolge, ist die Ertheilung der Schläge von der Willkühr der Thiere abhängig; auch glaubt v. HUMBOLDT aus seinen Versuchen schliefsen zu dürfen, dafs selbst die Richtung der Schläge des Zitteraals von dessen Willkühr abhänge. Der Krampfrochen besitzt das Vermögen electr. Schläge zu ertheilen, schon als Foetus; SPALLANZANI im Journ. de Physique September 1783. Vergl. oben S. 65.

k) Hält jemand nach WILLIAMSON 3 Fufs, nach BANKROFT 8 oder 10 Fufs und nach GRONOW gar 15 Fufs weit vom Zitteraal in dem Augenblicke einen Finger im Wasser, in welchem der Fisch von einer andern Person berührt wird, so erhält ersterer einen heftigen (an den Rücksclag; vergl. I. S. 512. erinnernden) Stofs. Etwas Aehnliches bringt man aber auch, VOLTA's Versuchen gemäfs mittelst zweyer galv. Säulen zu Stande, wenn dieselben so neben einander gestellt sind, dafs ihre oberen Enden (Pole) in leitende Verbindung gebracht werden können und in diesem Falle eine vergrösserte Säule darstellen (s. weiter unten §. 121.) Von dem unteren Polende jeder Säule reicht ein Drath in eine Schale mit Wasser, so dafs zwischen beiden Dräthen ein Abstand von einigen Zoll bleibt und oberhalb der oberen Enden befindet sich ein feuchtes Leder, welches durch herabdrücken zur Berührung beider oberen Enden gebracht werden kann, wodurch dann ebengedachte Enden in leitende Verbindung kommen. Taucht nun eine Person ihre Hände ohnweit der Dräthe in Wasser, so erhält sie so oft einen Schlag, als eine andere Person das Leder zu den oberen Enden herabdrückt. Am

weitesten wirkt dieser Schlag im reinsten Wasser; hingegen wird derselbe durch die kleinste Beimischung von Salz zum Wasser auffallend beschränkt, und tritt dann nur ein, wenn die Hände zwischen den Dräthen selbst sich befinden; Bibliotheque britannique Vol. 58. Nr. 4. u. GILBERT's Anm. L. I. S. 146.

l) So wie es Menschen giebt, welche für die Stösse der Leidner Flaschen (und voltaischen Batterien) fast unempfindlich sind, so auch einige, welche die elektrischen Fische berühren können, ohne einen Schlag zu erhalten; vergl. MUSCHENBROEK Introduct. ad. philos. natur. §. 832. Nr. 3. CLOS im Journ. de Phys. LIV. 316 und SPARMANN's Reise nach dem Vorgebirge der g. Hoffn. übers. v. GROSKURD S. 26.

m) Wenn nun nach dem Obigen (S. 64.) zur Erzeugung jener merkwürdigen galvanischen Schläge, wenigstens bei den elektrischen Fischen nur Zusammensetzungen von Zellen erfordert werden, die mit thierischer Flüssigkeit erfüllt sind, und zu denen eigene Nerven gehen, so ist es allerdings sehr merkwürdig, daſs in anderen ebenfalls zelligen Organen nicht ähnliche Erscheinungen vorkommen; TREVIRANUS (Biologie V. 178.) die Milz hat z. B. ebenfalls einen zelligen Bau, ihre Zellen enthalten, wenn auch nicht immer, doch unter gewissen Umständen, eine Flüssigkeit; sie besitzt eigene Nerven, die weder zur Empfindung, noch zur Bewegung, noch zur Unterhaltung einer Absonderung zu dienen scheinen; sie liegt in einer festen Haut (ähnlich jener vielleicht isolirenden Bedeckung der electr. Zellen einiger elektr. Fische) einem Fortsatz des Bauchfells. Was fehlt denn aber der Milz, fragt T. um elektrische Erscheinungen zu äussern? Eben so zeigen auch T. zufolge die Fasern der Muskeln unter dem Ver-

grösserungsglase die grösste Aehnlichkeit mit den Säulen der elektrischen Werkzeuge des Zitterrochens, und es scheint, als ob es einerlei Kraft sey, welche durch die letzteren Organe elektrische Schläge, und in den ersteren Zusammenziehungen hervorbringt. In den Muskeln beschränken sich dann ihre Wirkungen auf das Organ selber; bei den Zitterfischen hingegen wirkt sie über das Organ hinaus, und gebe es ein Mittel, die Bewegung eines willkührlichen Muskels während des Nerveneinflusses, der die Bewegung veranlasst, ganz zu verhindern, so würden sich vielleicht an demselben elektrische Erscheinungen zeigen? Treviranus a. a. O. Vergl. auch oben §. 120. Bem. 4. und Weinholt a. a. O. Ueber die Modificationen des Ritter'schen Gesetzes der Reitzbarkeits-Erhöhung einzelner mit Zink armirter Muskeln, wenn der zugehörige Nerve mit Silber armirt ist (oben S. 57.) vergl. auch Treviranus in Gilbert's Anm. VIII. 44. u. Pfaff in dessen und Scheel's Nord. Arch. f. Natur- und Arzneyw. IV. 3. S. 3. Letzterer zeigte auch, dafs sich Ritter geirrt, wenn er glaubte eine entgegengeseszte Reitzbarkeit in den Extensoren und Flexoren der Gliedmaassen bemerkt zu haben; a. a. O. u. Ritter's Beiträge II. Bd. 3 u. 4. S. 65.

9) Man vergl. noch folgende hieher gehörende Schriften: Broussonet über den im Nil und anderen afrikanischen Strömen wohnenden Silurus electr. — Roziers observat. sur la physique. Août 1785. Paterson üb. den von ihm bei der Insel St. Juan, zwischen der Küste Zanguebar und der Insel Madegascar entdeckteo elect. Stachelbauch: Phil. Transact. LXXVI. II. N. 29. — Ferner Walsh on de electric property of the torpedo, ebendas. LXIII. p. 461 u. J. Hunter anat. observ. on the torpedo. ebend. p. 481 u. desselb. on account of the gymnotus electri-

cus; ebend. LXV. II. N. 39 p. 395. Vergl. Anatomie der electr. Organe des Zitterrochens, Zitteraals und Zitterwelses von E. GEOFFROY in den Annales du museum national d'hist. nat. I. N. 5. übers. in GILBERTS Ann. XIV. 4. S. 397. RITTERS Beitr. I. St. 3 u. 4. S. 241. 242. II. St. 3 u. 4. S. 248. 240. und vorzüchl. v. HUMBOLDT und BOEPLAND Récueil d'observat. de Zoologie et d'Anal. comparée. Vol. I. p. 72 u. f.

10) Schon früher wurde der Galvanismus auch auf Pflanzen angewendet; aber die Versuche von SCHMUCK, IBERTI, FOWLER, v. HUMBOLDT, RAFN, TREVIRANUS, und die früheren von GIULIO, mit der einfachen Kette; so wie diejenigen von COMUS, CREVE u. a. über die angebliche grössere Reitzung durch Leiter als durch Isolatoren, welche vorzüglich mit sogenannten empfindlichen Pflanzen angestellt wurden, lieferten keine entscheidenden Resultate. Neuerlich haben indefs GUIOLO, BITTER und NASSE vollständigere Versuche der Art, mit verschiedenen Mimosen und anderen, mechanisch oder auch durch Licht und Wärme sehr reizbaren Gewächsen Versuche angestellt, welche auf galvanische Reizbarkeit schliessen zu lassen scheinen. Vergl. GUIOLO: Wirk. des galv. Fluidums auf Pflanzen; aus DELAMETHERIE's Journ. de Phys. T. LVII. p. 460—464 übers. in GEHLENS Journ. f. Chemie, Phys. und Miner. VI. 451—456. RITTERS Bemerk. über Pflanzenerregbarkeit im Allgemeinen und Besonderen. Ebend. S. 456, woselbst sich auch eine ziemlich vollständige Litteratur dieses Gegenstandes findet. Im September 1809 schrieb mir der verewigte RITTER: ich bin erst ganz kürzlich mit einer sehr langen Arbeit fertig geworden, über Pflanzenreizbarkeit. Es sind eine grosse Menge electr. Versuche, die alles wieder geben, was der Galvanismus bei Fröschen über thierische Erregbarkeit lehrte. Zu keinem einzigen Falle hatte ich

die Säule nöthig. Alles bewirkte ich mit Maschinen-electr., und selbst die Trennungsbewegungen und die entgegengesetzte Erregbarkeits Modificationen etc. NASSE untersuchte die Wirk. der VOLTAischen Säule (und zugleich die der Wärme und reitzender Flüssigkeiten) auf die Staubfäden der Berberitze, und fand dieselben elektrisch erregbar und beweglich, wenn er das Innere des Blumenstiels mit dem positiven Pol einer hinreichend starken Säule verband, während das der Narbe zugekehrte Ende des Blumenblattes den negativen Pol leitend berührte; GILBERT's Ann. XLI. S. 392. — Versuche, die sich auf blosse Modificationen des Lebens und Wachsthums der Pflanzen durch Galvanismus beziehen, haben TREVIRANUS mit der einfachen Kette (PFAFF und SCHEELS Nord. Archiv. I. 240—805 u. GILBERT's Annal. VII. 281—294.), v. ARNIM (ebend. VIII. 265—268.) u. NICHOLSON (ebend. XII. 487.) angestellt; und REINHOLD (ebend. X. 456—460.) hat verschiedene Beob. über die chemischen Veränderungen lebender Pflanzentheile durch Galvanismus gemacht, die indeſs wie die obigen Vers. noch weiter verfolgt werden müssen, um zu bestimmten Resultaten zu führen. Man vergl. übrigens noch TROMMSDORFFS Gesch. d. Galvanism. S. 88. 89. 239—241. — Einer näheren Aufmerksamkeit werth sind auch die zum Theil schon älteren Beob., über die Wirksamkeit eines Metalles (z. B. Quecksilber im flüssigen Zustande) auf verschiedene Gewächse, wenn sie sich in seiner Nähe befinden.

11) J. Ch. REIL. Archiv f. die Physiologie Halle 1796. 8. J. F. ACKERMANNS Vers. über die Lebenskräfte organischer Körper etc. Nebst Nachträgen. I. II. Frankf. a. M. 1797 u. Jena 1805. 8. G. R. TREVIRANUS Biologie. B. 1—3. Göttingen 1802. Ch. L. DUMAS Principes de Physiologie. Tom. 1—4. Paris VIII. 4. J. DOELLINGER, Grundriss der Naturlehre

des menschl. Organismus. Bamb. u. Würzb. 1805. H. F. Authenrieth Handb. d. empirischen menschl. Physiologie. 1--3r Th. Tübingen 1801. 8. P. F. Walther, Physiologie des Menschen etc. I. II. Landshut 1807. 1808. 8. C. Schelling de Idea vitae, hujusque formis praecipuis, Dissertat. Tübing. 1803. 8. A. Galvani's Abhandl. vergl. S. 462 dies. Grundr. — Verschiedene Briefe und Schriften von: Volta, Euseb. Valli, v. Humboldt, Creve, Gren, Michaeli's, Reil u. a. in Grens Journ. d. Phys. VI. VII. VIII. u. in dessen N. Journ. d. Phys. II. III. IV. — A. Volta's Schriften üb. die thierische Electricität, aus d. Ital. von J. Mayer. Prag 1793. 8. Dessen neue Abh. üb. d. thier. Electr. auch übers. von Mayer. Ebend. 1796. 8. E. J. Schmucks Beitr. zur näheren Kenntniss d. thier. Electr. Mannheim 1792. 8. C. C. Creve's Beitr. zu galva. Vers. etc. Frankf. a. M. 1793 8. C. H. Pfaff diss. de electricitate animali. Stuttg. 1793. übers. in Grens Journ. VIII. 196. Dessen üb. thierische Electr. u. Reizbarkeit. Götting. 4794. 8. Jo. Aldini de animali. electricitate diss. duae. Bonon. 1793. 4. v. Humboldts oft erwähntes Werk. über die gereizte Faser. Schellings Zeitschr. u. N. Zeitschr. für specul. Physik, Ritters Beitr. u. dessen Elect. System d. Körp. — Guiolo's Vers. an Enthaupteten in Gilberts Ann. XI. 223. — J. F. Ackermann de combustionis lentae phoenomenis, quae vitam organicam constituunt. Jenae 1805. 4. — F. L. Augustin vom Galvanismus u. dessen medic. Anwendung. Berlin 1801. 8. C. J. C. Granengiesser Versuch den Galvan. zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. Berlin 1801. 8. J. F. Meckel's deutsches Archiv für die Physiologie etc. I—V. B. Halle u. Berlin 1815—1820. 8. Treviranus Biologie a. a. O.

C. Von den Wirkungen zusammengesetzter Ketten oder von der VOLTA'schen Säule.

§. 121.

VOLTA bewiefs zuerst durch entscheidende Versuche die Möglichkeit, die Erregungs- und Leitungsverhältnisse mehrerer einfacher Ketten, durch Aufeinander- oder An-einander-Schichtung so zu vereinigen, dafs die electrisch-chemische Polwirknng aller aneinander gereihten Ketten (von einem Indifferenzpuncte ausgehend) sich nach den Enden zu verstärke, und hier in den äussersten Gliedern (den Erregungen des Magnetismus gewöhnlicher Magnete ähnlich, vergl. §. 99. N. 5.) zum Maximo gelange; weshalb man auch diese Enden die Pole, und die ganze Vorrichtung (welche VOLTA selbst Electromotor nennt) ihrem Erfinder zu Ehren, VOLTA'sche Säule (oder VOLTA'sche Batterie, GALVANI'sche Säule etc.) genannt hat.

BEMERK. 1) Unter VOLTA'sche Säule versteht man jeden im Wesentlichen der bezeichneten Vorrichtung ähnlichen Apparat, auch wenn er keinesweges die Form einer Säule hat. Die Pole der Säule werden entweder nach ihren metallischen Endgliedern, oder nach ihren Electricitäten, oder nach ihren Wirkungen auf das Wasser benannt. Daher nennt man das mit Zink sich schliessende Ende, den Zinkpol, + E Pol oder Oxygenpol; das mit Silber (oder Kupfer) sich schliessende Ende hingegen, den Silberpol, —E Pol oder Hydrogenpol.

2) Die erste Nachricht von dieser Erfindung, mit der eine neue Periode in den Arbeiten der experimentirenden Physiker begann, theilte VOLTA dem Präsidenten der Königl. Societät in London, JOSEPH BANKS, in

einem vom 20ten März 1800 datirten Briefe mit (Phil. Transact. for the Year 1800. B. II. N. 17. p. 403. übers. in TROMMSDORFFS chem. Bibliothek d. neunzehnt. Jahrh. I. 2. S. 1. Besch. des neuen electr. oder galv. Apparats ALEXANDER VOLTA's von WILL. NICHOLSON, in dessen Journ. of. natural philos. IV. 179. übers. in GILBERTS Annal. VI. 3. S. 430. J. W. RITTERS Beschreib. von VOLTA's galvan. Batterie etc., in VOIGTS Magaz. II. 2. 356.); und in Deutschland wurde sie durch MAYER und VOGT zuerst bekannt.

3) Die gewöhnliche VOLTA'sche Säule besteht aus mehreren über einander geschichteten einfachen Ketten, deren jede zwei feste Leiter (gewöhnlich zwei heterogene Metalle) und einen feuchten Leiter hat. Je wirksamer die einfachen Ketten für sich schon sind, um so stärker fällt auch die Säule aus. Daher sind auch diejenigen feuchten Leiter, welche auf eines der Metalle am besten wirken, am vorzüglichsten zu starker Säulenwirkung geschickt. Nach DAVY (GILBERTS Annal. B. VIII. S. 311) wirkt Salpetersäure und wässriges Chlor als Leiter zweiter Klasse am besten; (diesen ähnlich wirkt auch das Gemisch aus Kochsalz, Schwefelsäure und Wasser, welches in schwefelsaures Natron und Salzsäure übergeht, von denen die letztere durch die elektrisch zersetzenden Wirkungen im Innern der Säule, zur Aussonderung des in Wasser löslichen Chlor gebracht wird) diesen folgen diejenigen Metallauflösungen in Säuren, die sehr Oxygen reich sind, dann Salzsäure, Schwefelsäure, und die aus der Verbindung dieser Säuren, der Salpetersänre und den Alkalien entstandenen Salze; wobei es bemerkenswerth ist, daſs nach RITTER eine halbgesättigte Kochsalzlösung in Wasser stärker wirkt, als eine vollkommen gesättigte und daſs sehr constant in der Wirkung ist eine Mischung von Kochsalzlösung, Lackmusabsud u. Ochsengalle. Sehr schwach wirken Wasser und alkal. Lauge; letztere

nur bei der ersten Berührung. Die Action in der Säule hat daher, wie in der einfachen Kette, auch in dem Verhältnifs der Energie statt, mit welcher der feuchte Leiter, auf einen der Leiter erster Klasse, ausser der Kette schon wirkt. Sehr wirksam sind Säulen, deren Metallplatten aus Zink und Silber, nach Volta, oder Zink und Reisblei, nach Blumenbach und Marechaux, oder Zink mit Kohle nach Davy, oder auch aus Zink und Kupfer (der Wohlfeilheit und Dauerbarkeit des Kupfers wegen die die gebräuchlichsten) bestehen, während Eisen und Zinn weit schwächere Wirkungen äussern, vergl. §. 116. u. 113.; und nach Haldane (Gilberts Ann. B. VII. S. 195—202.) und anderen, bilden die Metalle in Rücksicht ihrer Wirksamkeit folgende Reihe:

Zink und Platin.	ferner:
Zink — Merkur	Eisen und Platin
Zink — Gold.	Eisen — Merkur.
Zink — Silber.	Eisen — Gold.
Zink — Eisen.	Eisen — Silber.
Zink — Kupfer.	Eisen — Kupfer.
Zink — Bley.	Eisen — Bley.
Zink — Zinn.	Eisen mit Zinn

Blei mit Gold, Silber, Kupfer, Zinn und Merkur giebt nur sehr geringe Action; Zinn mit denselben Metallen noch schwächere, Kupfer mit Gold und Merkur fast gar keine, aber wohl mit Silber; Silber und Gold bleiben ohne Wirkung. Nach Davy stehen sie in folgender Ordnung:

1) Galv. Ketten, aus 2 Leitern der ersten Klasse, und 1 Leiter der zweiten bestehend.

Zink mit Gold, Kohle, Silber, Kupfer, Zinn, Eisen, Merkur und Wasser, welches eine geringe Menge einer mineralischen Säure enthält.

Eisen mit Gold, Kohle, Silber, Kupfer, Zinn und Wasser, eben so wie bei den vorigen.

Zinn mit Gold, Silber, Kohle; und eben so.

Bley mit Gold oder Silber; und wie oben.

Eine der obig. metall. Verbind. und gemeines (besonders sauerstoffhaltiges) Wasser.

Kupfer mit Gold oder Silber, und eine wässr. Lösung von salpetersaurem Silber und Merkur oder Salpetersäure oder Essigsäure.

Silber mit Gold und Salpetersäure.

2) Galv. Ketten, aus 2 Leitern der zweiten Klasse und 1 Leiter der ersten Kl. bestehend.

Kohle oder Kupfer — Silber — Bley — Zinn — Eisen — Zink	mit Wasser oder mit einer wässr. Lösung hydrothionsaurer Alkalien, die blofs auf die ersten durch Metalle zu wirken im Stande ist. —	und einer wässr. Lösung von salp. Salzsäure od. oxyd. Salzs. etc. welche auf alle die Metalle zu wirken im Stande ist.

So wie man nämlich einfache galv. Ketten aus zwei feuchten und einem festen Leiter der ersten Klasse zusammensetzen kann (vergl. oben) auf eine ähnliche Art läfst sich dieses auch bei vervielfachten Ketten oder Säulen anwenden, nur sind die Wirkungen nicht sehr bedeutend. Uebrigens dienen die Flüssigkeiten in der Säule und Kette auch noch dazu, eine Substanz abzugeben, die von geringerer Leitungsfähigkeit ist, als die festen Leiter, wodurch die electr. Spannung der Plattenpaare wächst. Nach Marechaux soll diese Spannung der Säule nach Verhältnifs des electr. Luftstandes zu- und abnehmen, und die Wirkung der Säule soll bei feuchter Luft stärker seyn, als bei trockner; eine, mit meinen eignen bisherigen Beobachtungen in Widerspruch stehende Bemerkung. Nach Nauche, Graperon und Baget soll die galv. Action erhöht werden: in der Wärme, Flamme, in dem sauerstoff- und kohlensaurem Gase. Nach Erdmann ist die Flamme schwach leitend, und der

Rauch pflanzt die Wirkung nicht fort. Dasselbe findet auch im Wasserstoffgase und im luftleeren Raume statt. Vergl. dessen Beob. üb. die Fähigkeit der Flamme, Knochen und des luftleeren Raums, die Wirk. der VOLTA'schen Säule zu leiten. GILBERTS Ann. XI. 2. Nach PFAFF leitet hingegen glühendes Glas. Ebend. VII. 250. Hört der chemische Proceſs auf, so ist auch die galv. Wirkung der Säule als solche beendet — ein Fall der oftmal eintritt, wenn noch Flüssigkeit vorhanden ist, die aber von dem bereits oxydirten Metalle zu wenig Electricität empfängt, um dadurch zersetzt zu werden; wiewohl nach VOLTA's Ansicht nicht die chemische Mitwirkung des feuchten Leiters, sondern nur dessen Leitungsvermögen die Wirkung der Säule begünstigt.

4) Flüssige Leiter welche die Metalle stark angreifen, werden aus diesem Grunde nur selten und nur bei kleinen Säulen angewendet, weil sie durch den zu starken Angriff gegen die Metalle, diese in kurzer Zeit ihres rein metallischen Zustandes berauben, und so zur fernern Proceſseingreifung unwirksam machen. — Hat bei einer mit Salmiaklösung errichteten Säule (deren Wirkung man dadurch verlängern kann, daſs man die Zahl der mit der Lösung genäſsten Tuch- oder Pappscheiben bis auf einen gewissen Punct z. B. 8—10 vermehrt) die Action schon aufgehört, so kann man auf eine kurze Zeit dieselbe wieder wirksam machen, wenn man die Säule schnell auseinander nimmt und umbaut, so daſs die ehemalige Kupferseite zur Zinkseite wird; weil dann aufs neue Fortsetzung der chemischen Einwirkung durch Zerlegung des vorher entstandenen salzsauren Zinks möglich wird.

5) Um den flüssigen Leiter schichtweise zu halten, dienen gewöhnlich Tuch-, Leder- oder Filz- am besten Pappscheiben, die zuvor damit getränkt und mässig stark ausgedrückt wurden. Nach LÜDICKE

(Gilberts Ann. IX. 119.) sollen Holzscheiben in Salzwasser bis zum Untersinken gekocht, noch bessere Wirkung leisten. Diese feuchten Schichten müssen so gelegt werden, dafs die ganze ihnen zugewendete Seite des Metalls befeuchtet wird; und dürfen nur zwischen je zwei einzelnen Plattenpaaren, aber nicht zwischen je zwei einzelnen Metallen Statt finden. Daher mufs man verhüten, dafs die Flüssigkeit über die Ränder der Metallplatten fliefse, und eben so wenig die Glas- oder Holzstäbe des Säulengerüstes berühre. Ueber den von Gilbert deshalb gemachten Vorschlag, vergl. dessen Ann. VII. 183. Wolffs Einrichtung ebendas. VIII. 502. Ritters vortheilhafter Vorschlag, die Zinkplatten mit erhabenen Rändern giessen zu lassen; ebend. VII. 374. Zum Scheuern kleiner runder Platten bedient man sich mit Vortheil eines, mit mehreren runden Löchern versehenen Brettes, worin die Platten gelegt werden, und Essig und Sand, oder diluirte Schwefelsäure.

6) Ausser den aufrecht stehenden Säulen, hat man noch verschiedene andere galvan. Apparate der Art vorgeschlagen und auch wirklich angewendet. Parrot (Voigts Magaz. IV. 76.) und Grindel ertheilten ihren Säulen eine horizontale Lage, wodurch das Verlaufen der Feuchtigkeit über die Metalle verhütet, aber das Austrocknen derselben schneller herbeigeführt wird. Heidemann (vergl. dessen vollständige, auf Versuche und Vernunftschlüsse gegründete Theorie der galv. Electricität. Für Aerzte, Chemiker und Freunde der Naturkunde. I. B. 1806. 8.) Piepenbring und Schaub lötheten ihre Zink- und Kupferplatten, mit den gegenseitigen breiten Flächen zusammen, welches den Vortheil der vorigen Lage gewährt, beim Scheuern der Platten aber, und bei genauen electrischen Versuchen (durch das Löthungsmetall) einige Hindernisse in den Weg legt. — Volta errichtete einen Becherapparat (Becher-

Kreis, Corona di tazze) indem er eine Reihe Gläser mit warmen Wasser oder Salzlösung füllte, und über den Rand eines jeden Glases einander gegenüber eine umgebogene Silberplatte und eine Zinkplatte legte, deren verlängerte Streifen mit Häckchen versehen waren, und sich nicht berühren durften. Mittelst der Häckchen wurden die Zink und Silberplatten je zweier Gläser, und so fort, zu einer Batterie vereint; Gilberts Ann. VI. 345. — Cruikshank erbaute eine andere Vorrichtung, den sogenannten Trogapparat; dieser besteht aus einem langen hölzernen Troge (dessen Holz zuvor im Backofen gedörrt worden) von 1,7 Zoll Tiefe und 1,5 Zoll Breite, in dessen Längenwände Falzen von der Breite angebracht sind, daſs zwei auf einander gelöthete Platten, von Silber und Zink, von denen jede 1,6 Quadratzoll Oberfläche hat, sich hineinschieben lassen und genau darin passen. Die Platten werden mit Harz und Wachsmasse dicht an den Trog gekittet, so daſs von einem Zwischenraum zum andern kein Tropfen Flüssigkeit gelangen kann; weil sonst die Wirkung gehindert würde, welches auch statt fände, wenn die Platten ohne Kitt zusammengesetzt würden. In einem Troge von 26 Zoll Länge gehen 60 solcher Platten, und der Apparat bleibt mehrere Monate wirksam. Kittet man, nach Gilbert, zwischen dem hölzernen Gestelle Spiegelplatten ein, so wird die Wirksamkeit derselben erhöht. Gilbert a. a. O. VII. 99. VIII. 135. IX. 353. 1. Cutberson in London bediente sich zu seinen Versuchen zweier Trogapparate der Art, jeder von 30 Plattenpaaren, die 6 Zoll ins Gevierte hatten. Beide Apparate wurden der Breite nach verbunden, und zeigten unter andern folgende Wirkungen: ein Stück Kohle glühte und verbrannte in der Länge eines Zolls; ein Eisendrath, $^1/_{40}$ Zoll dick, schmolz zu einer Kugel von $^1/_{16}$ Zoll im Durchmesser; ein Platindrath von $^1/_{100}$ Zoll Dicke, schmolz zu einer Kugel, die $^1/_{10}$ Zoll Durchmesser hatte. Messingdrath

von $^1/_{150}$ Zoll Dicke kam bei einer Länge von 16 Zoll zum Glühen. Derselbe Drath bei 12 Zoll Länge brannte und schmolz zu einer Kugel. (Vergl. GILBERTS Ann. B. XXIII. St. III. S. 263). — Ferner gehören hieher noch PEPY's Trogapparat. VOIGTS Mag. B. VII. St. IV. S. 146. ERDMANNS Kapselapparat: GILBERT a. a. O. XII. 458, der horizontale Cylinderapparat von ALLIZEAU; BREMSERS Apparat, wo beide Pole an einem Ende vorkommen, GILBERT a. a. O. XII. 454. STRUVE's Kegelapparat, OERSTEDT's Röhrenapparat, VOIGTS Mag VII. 412. u. m. a. verglichen: IZARN. Manuel du Galvanisme etc. Paris 1803. 8. — u. TROMMSDORFFS Geschichte des Galv. S. 100 §. 41. Auf ähnliche Weise wie bei CRUIKSHANK's Trogapparat, berührt der flüssige Leiter die Metalle ohne Haltungsmittel beim Cylinderapparat des Prof HAUFF (in Gent), wo, statt der Pappscheiben u. dgl. gläserne Cylinder angebracht sind, die an beiden Endöffnungen mit den Platten (Zink an dem einen, Kupfer oder Silber an dem andern) fest zusammenhangen, und wo das Wasser in ein oben befindliches Loch gegossen wird. Vergl. ejusd. De nova methodo, neturam ac legem phaenomenorum electricorum, qua a Galvano cognomen fortitia sunt, investigandi, Commentatio prima. Marburg 1803. 4. p. 19. Diese Vorrichtung hat jedoch den Erwartungen der Physiker nicht entsprochen. — WILKINSONS verbess. Trogapparat (vergl. GEHLEN's Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 340—342.) von parallelepipedischer Form und gewöhnlichen Durchmessern, wo aber die Wände welche die Zellen bilden, nicht von Metall sondern von Holz sind, ohngefähr einen halben Zoll von einander abstehen, und mit Kitt oder Firnifs überzogen sind. Die gleichgrossen Kupfer- und Zinkplatten haben etwas geringere Breite, als die Zellen, in welche sie eingetaucht werden sollen; jedes Plattenpaar ist mit den Enden eines Metallbogens zusammenge-

löthet, der beide Platten so weit von einander abstehen läfst, dafs sie stets in zwei anstossende Zellen gehörig passen. Oben auf der Biegung jedes Bogens der Art ist ein Ring befestigt, dessen Ebene die des Bogens und des Troges durchschneidet. Sämmtliche Ringe stehen, nach gehöriger Einrichtung des Apparats in einer Linie, und mittelst eines eisernen Stabes, den man durch die ganze Reihe durchstekt, zieht man alle Platten auf einem Mahle heraus. Der Vortheil dieser Vorrichtung, besteht vorzüglich in der leichteren Reinigung der Platten, und in der besseren Benutzung des Metalls zur galv. Erregung, als wie dieses bei ähnlichen App. der Fall ist. Von sehr guter Wirkung soll auch Ritter's Schüssel- und dessen neuerer Trogapparat seyn, vergl. a. a. O. V. 303. 304. u. VII. 242 etc. Rücksichtlich des ersteren vergl. man auch: Schweigger's Vorschlag, a. a. O. V. 146 etc. Göttlings Vorschlag anstatt Zink und Kupfer, verzinktes Eisen und Bley anzuwenden; vergl. Intell. Bl. d. Jenaischen Allg. Lit. Zeit. 1808. N. 10.

7) Bei Trogapparaten sind die Platten viereckig; bei stehenden oder liegenden Säulen zweckmässiger rund, oder des bequemeren Aufbauens und Auseinanderlegens wegen: die Zinkplatten rund, die Kupferplatten viereckig. Auch ist es eher vortheilhaft als nachtheilig, wenn die Kupfer- oder Silberplatten grösser sind als die Zinkplatten, vergl. §. 116. N. 3. Um zu verhüten, dafs bei einer zu grossen Schichtungszahl, die unteren Pappscheiben nicht zu stark gedruckt werden (wodurch der flüssige Leiter ausgeprefst und zum Ueberfliessen gebracht würde), theilt man die zu grosse Menge der Schichtungen in mehrere kleine Säulen, von etwa 50—60 Lagen, und verbindet diese einzelnen Säulen mittelst Dräthen. Geschieht dieses in der Weise, dafs die Ordnung der zweiten Säule die umgekehrte der ersteren ist, und z. B. die Wasserschicht der ersten Säule mit der Zink-

platte der zweiten verbunden wird; so sind alle kleinere Säulen zusammen genommen einer grofsen gleich. Vier Säulen jede zu 50 Lagen, bilden dann also eine Säule zu 200 Lagen. Verbindet man hingegen mehrere neben einander liegende oder stehende Säulen so, dafs sämmtliche Zinkpole durch einen horizontal laufenden Drath, und sämmtliche Silberpole durch einen ähnlichen Drath jede unter sich verkettet sind, so ähneln diese verbundenen Säulen einer Säule von nicht mehr Lagenzahl als die höchste unter ihnen hatte, aber von einer Plattengrösse, die den vereinten Quadratflächen sämmtlicher verbundener Zinkpolplatten (oder Silberpolplatten) gleich ist. Die kleinplattigeren Säulen werden also durch diese Verbindungsweise zu Aequivalenten grofsplattiger Säulen. Je mehr die Quadratfläche der Platten zunimmt, um so mehr wächst, bei übrigens gleichen Umständen, das Vermögen der Säule: electrische Funken zu erzeugen, während die anderen Wirkungen derselben dadurch wenig geändert werden. Vergl. P. L. Simons Vers. in Gilberts Ann. IX. 593. M. van Marums Beob. ebend. X. 135. Humphry Davy's Vers: ebend. XII. 383. u. Ritter's Vers. ebend. XIX. 21. Nach Ritters Vers. und Berechnungen giebt es für jede gegebene Breite der Säule, eine bestimmte Lagenzahl, mit deren Ueberschreitung die Action wieder abnimmt. Umgekehrt soll es aber ein Verhältnifs der Lagenzahl zur Breite geben, dem zufolge sich die Action der Säule ins Unendliche fortsetzen läfst. Es geht dieses Verhältnifs aus einer Berechnung von jedesmaliger Spannung und Leitung sehr einfach hervor, bestätigt durch alle von ihr abgeleiteten Angaben; jedoch für jede andere Flüssigkeit, mit der die Säule gebaut ist, für jede zwei andre Metalle, aus denen die einzelne Lage besteht, und für jede andere beabsichtigte Wirkung verschieden. Nach R's Berechnung lassen sich Säulen er-

bauen, die in Hinsicht der Wirkungsstärke den Blitz des Gewitters weit hinter sich zurück lassen, deren Funken Eisenstangen von bedeutendem Durchmesser und Länge schmelzen; so wie sich überhaupt wohl sehr interessante Resultate ergeben würden, wenn man nach R. mit Säulen operirte, deren Kraft und Schlagweite stark genug wäre, um durch den eigenen Funken geschlossen zu seyn. Vergl. Ritter in Gehlens Journ. für Chem. Phys. u. Min. VII. 343—364.

8) Um das Wasser zwischen den heterogenen Metallplatten eines Paars zu entfernen, und zur Vermehrung der Wirksamkeit überhaupt, ist es nützlich die Platten vor dem Bauen zu erwärmen. Ueberhaupt trägt es — besonders bei kleinen Säulen — zur Wirksamkeit sehr bei, wenn alles was zur Haltung der Lagen dient, möglichst isolirt. — Mehrere mit den gleichnamigen Polen, auf oben angegebene Weise, zum Werthe einer grofsplattigen, verbundenen Säulen (worüber man noch vergl. kann: Kastners Materialien I. 189 in der Note, Ritter in Voigts Mag. IV. 594 u. Kortum ebendas. III. 657), nennen einige vorzugsweise eine galv. Batterie, analog der electr. Batterie, welche Benennung aber eigentlich schon jeder Säule gebührt.

9) Childern (Gilbert's Ann. LII. 352 u. f.) erhöhte die Wirkung seiner grossen Trogapparate (a. a. O. XXXVI. 362) welcher anfänglich dem sog. trogartigem Becherapparate Wilkinson's ähnelte, dadurch äusserst beträchtlich, dafs er auf Wollaston's Rath (vergl. oben S. 51.) jedem Zinkkupfer - Platten-Paare noch eine zweite Kupferplatte zugesellte; die Menge der Electricität wurde dadurch wenigstens auf das doppelte vermehrt. Eine dergleichen Batterie bestand aus 21 Zellen, welche zusammen 945 Gallonen (1 Gallon = 191 Paris. Kubikzoll oder 3 1/10 Berliner Quart). fafste. Jede der Zink- und der Kupfer-

platten hatte (an beiden Seiten zusammengenommen) 32 Quadratfuſs Oberfläche und die Zink- und Kupferplatten jedes einzelnen Paares waren mit einander durch einen Streifen Bley verbunden, und alle Platten in der bekannten Folge an einem festen hölzernen Rahm befestigt, der an Seilen und Rollen hieng und durch Gegengewichte im Gleichgewicht erhalten wurde; man vermochte auf diese Weise die Platten nach Willkühr in die Säure herabzulassen, und wieder heraus zu ziehen. An jedem Pole der Batterie würde eine bleierne Röhre von 3/4 Zoll Durchmesser gelöthet, deren anderes Ende in eine Schale mit Merkur tauchte. An jedem Ende des Troges stand eine dergleichen Schale, u. das Merkur beider Schalen wurde in leitende Verbindung gesetzt, wenn man die Batterie schliessen wollte. Auf diese Weise sicherte man eine vollkommene Berührung. Childern verwandelte späterhin die ganze Batterie dadurch in ein Aequivalent eines einfachen Plattenpaares, daſs er die Zink und Kupfer verbindenden Bleistreiffen durchschnitt und statt derselben sämmtliche Zinkplatten unter sich durch einen langen Bleistreiffen und ebenso alle Kupferplatten unter sich mittelst eines dergleichen Streifen in Verbindung setzte; aber während ihm die vorige Einrichtung schon beim Eintauchen in reines Wasser einen Platindrath von 1/200 Zoll Dicke zum Glühen brachte, und während Wollaston's kleiner Apparat (S. 51.) dessen Oberfläche zu obigem Aequivalent sich verhielt wie 1 : 48384, feinen Platindrath sogleich in Gluth setzte, brachte dieses Aequivalent mit seiner 1344 Quadratfuſs grossen Oberfläche (die des Kupfers jener des Zinks nur gleich gesetzt; — mithin nicht 2 Kupferplatten gegen 1 Zinkplatte?) in Säure getaucht, selbst einen 30 Zoll langen Platindrath von 1/5000 Zoll Dicke nicht zum Glühen. — Ueber die vorzüchlichsten mit obiger Batterie angestellten Versuche weiter unten. Der

von H. DAVY benutzte groſse Trogapparat der Royal-Institution zu London, besteht aus 2000 vierquadratzölligen Zink-Kupferplattenpaaren. Nach Art der v. HUMBOLDT'schen einfachen Kette aus zwei chemisch gleichgearteten, aber ungleich heissen Leitern erster Klasse und einem Leiter zweiter Klasse, errichtete Schweigger auch eine zusammengesetzte Kette (Batterie) von nicht unbeträchtlicher Wirksamkeit, indem er kupferne Schalen mit verdünnter Salzsäure füllte, dieselben abwechselnd mittelst mit Salzwasser genässten Wollenlappen und Messingdräthen verband und durch unter jede der Schalen zu stellende, brennende Wachskerzen eine Hitze hervorbrachte, in deren Folge die in eine Schal mit Wasser reichenden letzten Messingdräthe beider Endschalen (also die Poldräthe) Gasation bewirkten; GEHLEN's Journ. IX. 704 u. f. SCHWEIGGER's Journ. IX. 132.

10) Um so wohl einzelne Elemente der Säule (einfache galv. Ketten) als auch sie selbst wechselnden Wärmeunterschieden unterwerfen, und so das Verhalten derselben bei verschiedenen Temperaturen prüfen zu können, schloss DESSAIGNE's eine mit Salmiak gebaute aus 36 Plattenpaaren bestehende Säule in eine Büchse von Blech, die inwendig mit 3 Glasröhren versehen war, um vollständige Isolirung zu bewirken. Durch den Deckel der Büchse gieng eine Röhre desselben Metalles, in welche eine Glasröhre eingekettet war, die einen Metalldrath enthielt, bestimmt, um die beiden Pole der Säule mit einander zu verbinden. In kalt machende Mischungen getaucht, nahm die Wirksamkeit derselben binnen 1 1/2 Stunden bis zu 1/4 ihrer anfänglichen Stärke, jedoch nicht mit gleicher Abnahmsfolge, sondern sprungweise ab; eben so kehrte ihre Wirksamkeit — beim Eintauchen in heisses Wasser (von 75° E) nicht allmählig, sondern ebenfalls periodisch wieder.

Eine Säule der Art, welche nur mit Wasser gefeuchtete Tuschlappen enthielt, erlosch in der kaltmachenden Mischung gänzlich, ohngeachtet sich beim Auseinandernehmen fand, dafs die Lappen nur am Rande gefroren waren. War der Apparat anhaltend bei der Temperatur von 75° C erhalten worden, und wurde er dann in kältere Umgebungen gebracht, so kehrte die schon erloschene Wirksamkeit der Säule nach und nach wieder. In siedendes Wasser 1/4 Stunde hindurch getaucht, wurde die Wirksamkeit so sehr erhöht, dafs man die Schläge der Säule nicht auszuhalten vermochte. D. schätzte diese Wirksamkeits-Erhöhung auf das 8 fache der anfänglichen. Sie erhielt sich so von 7 Uhr Abends bis Mitternacht und nur erst gegen das Ende schien sie etwas schwächer zu werden. Der Zink fand sich hierauf stark oxydirt uud die Tuschscheiben fast trocken. Tauchte man bei diesen Versuchen die Säule nicht ganz in die kaltmachende Mischung, sondern liefs statt dessen einen Theil heraus ragen, so vermochte man ihr die Electricität nie völlig zu entziehen; und ebenso erhielt man von der in siedendendes Wasser gesenkten Säule nur dann die stärksten Schläge, wenn man die obere Hälfte der Säule ausserhalb des Wassers sich befinden liefs. Tauchte man sie hingegen vollkommen unter, jedoch so, dafs sie den Gefäfsboden nicht berührte, so nahm ihre Electricität anfänglich noch merklich zu, verminderte sich dann aber und erlosch schon nach 3/4 Stunden (in dem siedend erhaltenen Wasser). Hierauf in kaltes Wasser getaucht gewann sie wieder an Wirksamkeit und erreichte selbst eine Stärke welche jene an der freien Luft noch um das 4 fache übertraf. Gegen das Ende des Erkaltens minderte sich ihre Kraft nun eben so schnell, als sie zuvor gestiegen war, bis sie endlich jene Stärke wieder erreichte, welche sie sonst an freier Luft zu haben

pflegte. Dessaignes folgert aus diesen Versuchen: daſs eine Säule in Temperaturen über + 100° C und unter — 15° C ihre Wirksamkeit verliere, falls sie überall von gleich heiſsen oder gleich kalten Medien umgeben ist; daſs hingegen die Intensität ihrer Wirksamkeit um so grösser erscheine, je grösser der Temperatur-Unterschied beider Pole (und der ihnen von Innen her angrenzenden Plattenpaare) sey. (Aehnliche Ergebnisse erhielt D. auch bei seinen hieher gehörigen Versuchen mit einfachen Ketten. — Als er z. B. den an den Hüftnerven hängenden Rückgrat eines Frosches in einen Becher mit Wasser von der Temperatur der Atmosphäre, die unteren Extremitäten hierauf in einen andern, ebenfalls mit Wasser gefüllten Becher senkte, und dann durch zwey silberne Löffel von derselben Temperatur den Leitungsbogen bildete, entstand keine Contraction, hingegen hatte dieselbe Statt, wenn er dieselben Löffel in frisch geschöpftes (kaltes) Wasser tauchte, oder wenn er, statt die Löffel zu erkalten, das Wasser der Becher bis auf + 25° C erwärmte. Erwärmt man einen Cylinder von Eisen, oder Kupfer, oder Silber — dick genug um einige Zeit hindurch seine Wärme zu behalten — und berührt man mit dem warmen Ende das Wasser des einen Bechers, während man den Zeigefinger der anderen Hand in den anderen Becher bringt, so sind die Contractionen des Froschpräparats so stark, daſs es aus dem Gefäſse herausspringt. So lange der Metallcylinder eine die das Wasser übertreffende Wärme hat, nur so lange erhält das Präparat Contractionen; so wie die Temperaturen gleich sind, hören sie auf. Erschöpft sich endlich die Erregbarkeit des Präparats, so muſs man, um noch Contractionen zu erhalten, das Ende des Metallcylinders bis zur Rothgluth erhitzen; erfolgen dann keine Contractionen mehr, so ist das Präparat auch

für die erregende Wirkung heterogener Metalle unempfindlich. — Um ein einfaches Element der Säule (einen Electromotor) ähnlichen Temperaturunterschieden zu unterwerfen, liefs D. eine Kupfer- und eine Zinkscheibe in eine Blechkapsel bringen; in dieselbe wurde eine zweite Kapsel so gesenkt, dafs sie auf dem oberen Rande der ersteren aufstand, so dafs ihr unterer Rand die Zinkscheibe nicht berührte. Im Boden dieser zweiten Kapsel war eine Oeffnung, an die eine Metallröhre gelöthet war, in welche man darauf eine Glasröhre eingeküttet hatte, die einen mit dem Zink in Verbindung stehenden Eisendrath enthielt. Um die Basis der äusseren Kapsel befand sich ein vertical stehender Eisendrath, dem vorhergehenden gerade gegenüber angelöthet. Durch Hülfe dieses Apparats konnte D. beliebig die beiden Scheiben in warme oder kalte Medien bringen, indem man im ersten Falle die äussere Kapsel in kochendes Wasser tauchte, und davon auch in die innere Büchse gofs, im zweiten Falle ebenso eine Mischung von Schnee und Salz anwendete. Vergl. SCHWEIGGER's Journ. IX. III. u. ff.

11) Die Richtung der beiden Pole der Säulen, wird durch die Lage des Z (Zink) und S (Silber, Kupfer etc.) jedes sich unmittelbar berührenden Plattenpaares, in jeder einfachen Kette (die überhaupt mit ZSW bezeichnet, als das Element der Säule zu betrachten ist) bestimmt; vorausgesetzt wenn alle Plattenpaare die gleiche Lage und Schichtungsfolge haben. Dort, wohin in jedem Elemente das Z liegt, ist der +E Pol gegeben, und in der Regel nach S zu der —E Pol; jedoch will RITTER Säulen untersucht haben, welche an beiden Polen +E zeigten, nur mit dem Unterschiede, dafs das +E des einen Pols stärker als das des anderen war. Vergl. §. 113. N. 5. Baut man eine Säule abwechselnder Lagen z.B. ZSW, SZW, ZSW, SZW etc. so ist die

Säule ohne Polarität, indem die Wirkungen der Elemente sich gegenseitig aufheben. Eben so wird die Polarität im Verhältnifs der Zahl verkehrter Schichtungen geschwächt, wenn mehrere Schichtungen gegen die anderen in umgekehrter Lage liegen. Wird eine Säule z. B. in folgender Ordnung gebaut: SZW, ZSW, ZSW etc., das Z Ende aber mit einer Kette aus SZW, und das S Ende mit einer gleichen Kette aus SZWZ geschlossen, so finden sich die Pole der vorigen Säule verwechselt. Hingegen ist es an beiden Polen gleichgültig, ob eine S oder Z Platte die letzte sey. Hat z. B. eine Säule aus ZSW, ZSW etc. am Z Ende noch eine oder mehrere S Platten so verhalten sich diese nur blofs l e i t e n d, ohne die Polarität zu ändern; eben so beim S. Pol. Ob der S. oder Z. Pol unten oder oben liegt, ist übrigens vollkommen gleichgültig. — Vergl. C. W. Böckmanns und v. Arnims Meinung, dafs SWZ oder ZWS das Element der Säule sey, und mithin die Polnamen umgekehrt werden müfsten; in Gilberts Ann. VIII. 139 und ebend. 164. IX. 494. Berichtigung dieser Meinung durch Ritter's und Reinhold's umfassende Untersuchungen, denen zufolge das oben erwähnte E l e m e n t ZSW, oder SZW das wahre ist; Gilbert a. a. O. IX. 212. X. 301. 335. Volta's bestätigendes Urtheil: ebend. XV. 89. und die Grundzüge von d e s s e n Theorie der Säule, dargestellt von C. H. Pfaff ebend. X. 236. nebst Bemerk. von Gilbert S. 239. — Schweigger's Darstellung wirksamer Säulen, bei denen in einem in Zellen abgetheilten und mit Glasplatten ausgelegten Trog, jede Z i n k p l a t t e auf beiden Seiten mittelst eines Drathes mit K u p f e r platten in Berührung gebracht war, so dafs nachstehende Folge entstand: KZKWKZKWKZK etc. ebend. XXII. XXII. 407. Anders zeigte sich wieder die Folge ZKZWZKZWZKZ, ebendas. XXIII. 114. S's fernere Bemerkungen hierüber, nebst Ritter's Urtheil, in

Gehlens Journ. f. Chemie, Phys. und Miner. VIII. 537—579.

§. 122.

XXXVI. Vers. In eine auf Glassäulen ruhende, mit Siegellack überzogene, (am besten hölzerne) Unterlage, befestige man drei oder vier etwa 24″ lange, starke, ebenfalls mit Siegellack überzogene Glasstäbe oder Glasröhren, alle senkrecht stehend, so weit von einander entfernt, daſs die anzuwendenden Platten, zwischen ihnen Platz haben, und zur besseren Befestigung, (so wie auch, um die Schichtungen von oben herab mittelst einer Schraube oder auf andere Weise pressen zu können) oben mit einer passenden, die einzelnen Stäbe gehörig aneinander haltenden Kappe versehen sind. Auf die Unterlage, innerhalb der Glasstäbe, lege man eine trockne, dicke Glasplatte, und auf diese nach und nach die schon zuvor bereit gelegten Schichtungen von mässig warmen, möglichst blanken Silber- oder Kupferplatten, darauf liegenden mässig warmen und blanken Zinkplatten und darauf liegenden mit Wasser getränkten, mässig ausgedrückten Pappscheiben; so daſs die Silberplatte der folgenden Schicht, die Pappscheibe der vorhergehenden berührt, und schliesse endlich mit einem blossen Silberzinkpaare. Man drücke jetzt mit zweien auf die letzte Zinkplatte gelegten Fingern, sämmtliche Lagen gelinde, und halte sie, am besten mittelst einer durch die Kappe der Glasstäbe gehenden Schraube, in dieser gepreſsten Lage, während aller mit dieser Voltaischen Säule anzustellenden Versuche. — Auf gleiche Weise baue man eine zweite Säule, wähle aber anstatt des Was-

sers, zur Anfeuchtung der Pappen, in Wasser gelöstes Kochsalz oder Salmiak, oder zu den meisten Versuchen hinreichend: die OERTELsche Lauge aus Kochsalz- und Salmiaklösung, Lacmus und Rindsgalle (vergl. oben §. 121. N. 3 und VOIGTS Mag. IV. 433) und versehe die Pollplatten beider Säulen mit blanken Metalldräthen, die, wie es die Versuche gerade heischen, von verschiedener Dicke und von verschiedenen Metallen, z. B. Platin, Gold, Silber, Eisen, Zink nnd Silber seyn müssen. Jede Polplatte bekommt einen (am besten, horizontal abstehenden), mit ihr gehöig ohne Zwischenlage verbundenen Drath, von 3—12″ Länge, nachdem es die Versuche nöthig machen, der gehörig trocken, glatt und in den meisten Fällen vorn abgerundet ist. beide Säulen werden ähnliche Wirkungen von sehr verschiedenen Graden der Stärke zeigen, in beiden, vorzüglich aber in der letzteren, werden die Zinkplatten auf der Pappscheibe zugekehrten Seite (und zwar bei durch Berührung der Poldräthe geschlossener Kette, mehr als bei ungeschlossener) und die Silber- oder Kupferplatten gleichfalls auf der den feuchten Leiter berührenden Seite, jedoch die letzteren unweit schwächer, allmälig oxydirt. Dadurch werden sie nach und nach für galvanische Erregung und Leitung untauglich, vermindern mithin die Stärke der Säule, bis diese bei zunehmender Oxydation der Metallplatten, uud gleichzeitig Statt findender Verdampfung des Wassers endlich alle Wirkung verlieret. Die Säule verzehrt mit Hülfe des Wassers, vermöge dieser Oxydation, Sauerrtoff aus der umgebenden Luft, wie man dieses an der Luftver-

minderung bei in Recipienten gesperrten Säulen bemerkt. Daher wirkt auch ein und dieselbe Säule im Stickgase und in sehr verdünnter Luft sehr wenig, oder viel schwächer, im Sauerstoffgase weit stärker als in der atmosphärischen Luft. Vergl. oben und DAVY in GILBERTS Ann. VIII. 6. BIOT ebend. X. 31. Derselbe und CUVIER ebend. S. 161. VAN MARUM ebend. 155. BÖCKMANN ebend. XI. 239. WALLOSTON ebend. 104. Zu den vorzüglichsten Versuchen mit der VOLTAI'schen Säule gehören folgende:

BEMERK. 1) Das bereits erwähnte dualistische Verhältnifs der Säulenelectricität läfst sich schon durch die physiologischen Erscheinungen nachweisen, welche bei der Säulenberührung, von Seiten unsers Körpers und der einzelnen Organe desselben eintreten. — Der im Auge schon mehr oder minder vorhandene Lichtzustand wird durch galvanische Reizung erhöht, und es stellt sich dem Auge ein blauer Lichtschein dar, wenn man einen galvanischen Kreis schliefst, in dem sich das Auge am positiven Pole der Kette oder Säule befindet; hebt man diese Schliessung auf, oder setzt man das Auge anfänglich bei derselben mit dem negativen Pole in Berührung, so erhält man in beiden Fällen einen röthlichen Lichtschein; und hatte man im letzteren Falle den Kreis mit dem negativ berührten Auge geschlossen, und öffnet denselben, so geht die rothe Farbe des Lichtscheins jetzt in die blaue über. — Verfährt man mit dem Ohre eben so, so bemerkt man am positiven Pol einen Ton, der tiefer als $\underline{g}$, und am negativen Pole einen, der höher als $\overline{g}$ ist. Waren beide Ohren zugleich in der Kette, so entsteht ein Ton = $\overline{g}$, oder g der eingestrichenen Octave. — Das Geräusch in den Ohren, während sie sich in der geschlossenen galv. Kette befinden, rührt von in ihnen entwickeltem Oxygen- und

Hydrogengase her; es fordern diese Versuche viel Vorsicht. — Die Nase mit den Dräthen der Säule gehörig in Contact gesetzt, empfindet während der Kreisschliessung bei der Berührung des negativen Pols Drang zum Niesen, und zuweilen Spuren von Ammoniakgeruch; bei der Berührung des positiven Pols unter denselben Umständen: Abstumpfung und Hemmung des Reizes zum Niesen, und manchmal geringe Spuren eines sauren Geruchs. — Die Zunge erhält am negativen P. — unter den berührten Bedingungen — einen alkalisch-bittern und am positiven P. einen sauren Geschmack. (Einen ähnlichen Geschmack bemerkte ohne alle Metallberührung ein von einem meiner Freunde, dem Dr. Voss, magnetisirter Mann.) Nähert man bei der Kreisschliessung die (genäſsten) Fingerspitzen, oder noch deutlicher eine von der Haut entblöſste Stelle der Körperoberfläche dem negativen Pol, so erhält man ein der Kälte ähnelndes Gefühl von Contraction, während am entgegengesetzten Pole die Empfindung von Expansion-Wärme bemerkbar wird. — Diese sämmtlichen Wahrnehmungen gehen bei der Trennung oder Aufhebung des geschlossenen Kreises, so wie oben beim Auge bereits angemerkt ist, in die entgegengesetzten über. Werden die Actionen derselben Pole in ihrer Energie geschwächt, so bleibt die Art der Sinnenerregung qualitativ dieselbe, nur wird sie in gleichem Maase stufenweise geschwächt. Vergl. oben §. 120 u. Ritter's Beitr. etc. 2 Bde. letzt. Heft. S. 185. 160. u. s. f. Die übrigen Wirkungen auf den lebenden menschl. Körper ebendas. St. II. S. 83 ff.

2) Bei einer isol. Säule ist die Electricität der Pole so schwach, daſs sie kaum bei 30 Lagen für das empfindlichste Electrometer merkbar wird. Verfährt man hingegen auf ähnliche Weise wie bei dem einfachen Plattenpaare (vergl. §. 113. N. 2.), indem man den einen Pol mit einem Leiter von grosser Capa-

cität in Verbindung setzt, so zeigt der entgegengesetzte, nicht in dieser leitenden Verbindung stehende Pol, mittelst des Condensators, sein E.; der Zinkpol + E, der Silberpol in der Regel (über mögliche Ausnahmen vergl. 113. N. 5.) — E und zwar fortwährend, so lange die Bedingungen möglicher Action in der Säule noch vorhanden sind. Starke Säulen zeigen dieses E schon unmittelbar durch Anziehung und Abstossung; vergl. Bouviers Vers. in van Mons Journ. de Phys. et Chim. N. X. p. 52. Behrens's Blattgoldelectrometer in Verbindung mit den heterogenen Polen zweier Säulen; in Gilberts Annal. XXIII. 24. Erman üb. die electroscopischen Phänomene der Volt. Säule a. a. O. VIII. 197. Derselbe über die electroscop. Phänom. des Gasapparats an der Säule; ebendas. X. 1. Ritter üb. den Galvanism. d. Volt. Batterie ebend. VIII. 386. Jäger ebend. XIII. 399. Auch findet zwischen den beiden Enden der Säule bei Annäherung von Dräthen ein starkes magnetisch-electrisches Anziehen statt, welches bei grofsplattigen Säulen vorzüglich stark ist, und bei kleinplattigen (nach Biot dem Beobachter dieses Phänomens) durch Oxydation verstärkt zu werden scheint. Die Ordnung, in welcher die Metalle angezogen werden, ist nach Biot — Eisen, Zinn, Kupfer, Silber; mithin die umgekehrte der Leitungsfähigkeit, woraus es wahrscheinlich wird, dafs die Cohärenz sich umgekehrt wie das Leitungsvermögen der Spitzen metallischer Körper verhalte; vergl. §. 97. dies. Grundr. Nach Volta (dessen oben angef. Abhdl.) und Marechaux's Vers. mit s. Mikroelectrometer (Gilberts Annal. XIX. 482.), nimmt die electroscop. Wirkung der Säule mit der Zahl dei Plattenpaare zu. Zeigt z. B. eine Lage $\frac{1}{60}$ Gr. am Voltaischen Strohh. Electromet., durch den Condensator; so zeigen 2 Lagen $\frac{2}{60}$ etc. — Merkwürdig ist die Jägersche Beob.,

dafs durch unvollkommne Schliessung der Kette (z.B. durch einen feuchten Leiter) die electrische Spannung, durch eine Art von Kreiswirkung in der Säule selbst, erhöht werde, was bei der, um dieses zu zeigen, isol. Säule nicht am Electrometer, wohl aber irgendwo in der sich schliessenden, geschlossenen oder sich öffnenden Kette, durch Nervenerregung, Funken etc., hingegen bei der nicht isolirten, sondern durch den einen Pol mit einem Leiter von grosser Capacität in Verbindung gesetzten Säule, auch selbst am Electrometer nachgewiesen werden kann; nur zeigt der Pol dann sein E schwächer als unter oben erwähnter Bedingung, und um so schwächer, je mehr sich die Poldräthe im flüssigen Leiter nähern. Vergl. Gilberts Ann. XIII, 414.

3) Um die Lichtenbergischen Figuren des + und — E mittelst der beiden Pole der Säule darzustellen, bedient man sich am besten, nach Erdmann und Helwig, zweier (in Hinsicht der Grösse verschiedener) Condensatoren, indem man den Drath des Zinkpols mit der unteren Platte des grösseren Condensators und die obere Platte desselben mehrmals mit dem Silberpol berührt, darauf an den an die obere Platte befindlichen gläsernen Griff diese isolirt abhebt und an die obere Platte des kleineren Condensators bringt; worauf die Ladung derselben durch kleine Funken zu geschehen pflegt. Ist diese beendet, so hebt man die obere Platte des kleinen Condensators isolirt auf, und berührt mit dem, an derselben befindlichen kleinen metallenen Knopf, eine Harzscheibe, die darauf mit Bärlappsamen (Sem. Lycopodii) bestreut, sehr deutliche negative Figuren zeigt. Verbindet man die Platte des grossen Condensators nach entgegengesetzter Art mit der Säule, so erhält man eben so deutliche positive Sternfiguren. Auch vergl. man Erman in Gilberts Ann. VII, 495.

4) Schliefst man die Säulen dadurch langsam, dafs man die Dräthe beider Pole gegenseitig bis auf einen geringen Abstand nähert, so sieht man in sehr kleinen Schlagweiten positive und negative electr. Funken entstehen. Statt der Metall- (gewöhnlich Eisen-) Dräthe kann man auch Kohlenspitzen mit ähnlichem Erfolge anwenden. Gilbert in s. Ann. VII. 157. Sehr starke Säulen geben schon bei der Berührung eines Pols einfache Funken. Ritter sah die Funken auch in der Flamme; a. a. O. XIII. 25. Davy in Schwefelsäure, Salpetersäure und Wasser, mit Hülfe sehr profsplattiger Säulen; a. a. O. XII. 355. Ritters Vergleichung dieser Funken mit denen der Electr. Masch. XIII. 20. In der Regel sind diese Funkenproductionen von Verbrennungen begleitet, und daher ist ihre Farbe verschieden; z. B. bei der Anwendung von spitzigen Eisendräthen, in Form rother Strahlenbüschel mit blaulichem Kerne; bei der Anwendung von Merkur (welches mit dem + E Eisendrath in Berührung steht, ehe ihm der — E Eisendrath genähert wird); — Böckmann a. a. O. VII. 260. hell bläulich grün; bei Gold, (Blattgold) gelblich oder blafsröthlich weifs; bei Zinkblättchen hell bläulich weifs etc. Behängt man zu diesen und ähnlichen Versuchen, z. B. den Zinkpoldrath mit Blattsilber, Stanniol, unächtem Blattgolde (d. i. ein Messing ähnliches Gemische) etc., und nähert dann den Drath des Silberpols den Enden oder den Oberflächen dieser Metalle, so verbrennen sie mit lebhaftem Glanze; verfährt man hingegen umgekehrt, indem man den Silberdrath mit jenen Metallen behängt etc., so kommt es an diesem Silberpole bei den edleren Metallen gewöhnlich nur zur glühenden Schmelzung und in beiden Fällen zur Zerstiebung in mehr oder minder wellenförmige Dampfwolken (vergl. §. 107. N. 3.) Platindräthe kommen gewöhnlich an beiden Polen nur zum Schmelzen; zwei Eisendräthe schweissen

zusammen, und andere verbrennliche Stoffe z. B. Phosphor, Schwefel, Kohle, Naphta, Weingeist, Feuerschwamm, Rufs, Schiefspulver, Baumwolle, Knallluft etc. können, wie durch den gewöhnlichen electrischen Funken (vergl. S. 436.) entzündet und zum Verbrennen gebracht werden. Die Fähigkeit durch galv. Funken entzündet zu werden, wächst zum Theil mit der Leitung; daher werden dünne Metallblättchen am leichtesten verbrannt. Entzündung und Verbrennung erfolgen übrigens leichter in Lebensluft, als in atmosphärischer. Die Grösse und Intensität des Funkenlichts, so wie die entzündende Kraft der Funken, nimmt nach Wilkinson (Gilberts Ann. XIX. 45.) und nach Cuthberson (ebend. XXIII. 263.) bei gleicher Plattenoberfläche, im Verhältnifs der Plattenpaare, und überhaupt mehr durch Lagenvermehrung als durch Oberflächenerweiterung zu; vergl. oben S. 451. etc. — Ueber Versuche mit starken Volta'schen Säulen, vergl. man noch (ausser den oben bereits angeführten.) T. Bunzens Versuch an einer Säule von 1500 Plattenpaaren; Ritters Vers. mit 600 plattenpaarigen Säulen, und mit solchen von 2000; dessen phys. chem. Abh. I. S. 267 etc. II. 270. ff. Neues allg. Journ. d. Chem. III. 698. und die Vers. der französ. Physiker mit der 1809 zu Paris gebauten grossen Säule (von 20000 Franken Werth), vergl. Journ. für Chem. Phys. u. Miner. VII. 214 — 218. u. 653. ff. — Bunzen (Gilbert's Ann. XXV. 152.) sah das Thermometer, in dem zur Schliessung einer Säule von 1500 Lagen dienenden Wasser von 14° bis 23° R., in Salmiaklösung bis 38° R. steigen. Dafs an starken Säulen, die schliessenden Dräthe heifs, und selbst bis zu einer gewissen Strecke rothglühend werden und dafs dabei die grössere Hitze vom Zinkpole ausgeht, zeigte bereits Davy in Gilberts Ann. XII. 355.; Reinold ebend. XI. 384; bestimmter lehrten dieses aber Childern's Vers. vergl. oben a. a. O.

5) Childern stellte mit seiner Trogbatterie (mit je zwey der Zinkplatte gegenüberstehenden Kupferplatten; S. 85) deren flüssiger Leiter aus $\frac{39}{40}$ Wasser u. $\frac{1}{40}$ Salpetersäure haltiger Schwefelsäure bestand, folgende hieher gehörige Versuche an, deren erste Reihe die Folge betraf, in welcher die verschiedenen Metalle, wenn sie zum Schliessungsbogen der Säule erhoben werden, schwächer oder stärker erglühen, und deren andere Reihe theils dazu diente die Schmelzbarkeit verschiedener Materien durch die galv. Electricität, theils auch deren anderweitig galvanisch bedingte chemische Veränderungen zu bestimmen (s. weiter unten). Zu den Erglühungsversuchen wurden Behufs jedes einzelnen Versuchs zwey Dräthe, aus verschiedenen Metallen, z.B. *Platin-* und Golddrath, jeder $1/30$ engl. Zoll Durchmesser und 8 engl. Zoll Länge habend, gewählt; man brachte zu dem Ende den einen mit dem am — E Pol, den anderen mit dem am + E Pol befindlichen Merkur zur innigen Berührung, und hieng dann die entgegenstehenden ungebogenen Enden beider Dräthe in einander. Platin glühte, während der gegenüberstehende Golddrath unverändert blieb; Gold glühte, während sich Silber unverändert zeigte; hingegen glühte Eisen gegen Gold, während das Gold keine Gluth zeigte. Gold und Kupfer glühten beide roth. Bei Platin und Eisen glühte anfänglich Eisen ohnfern der Berührung, dann kam aber Platin seiner ganzen Länge nach zum Erglühen; endlich nahm die Hitze des Eisens wieder mehr zu und die des Platin ab. Bei Platin und Zink glühete ersteres, während letzteres im Berühruugspunkte schmolz; letzteres erfolgte jedoch in einem zweiten Versuche nicht, ohngeachtet das Platin wie zuvor glühte. Eisen und Zink; ersteres glühte; letzteres kam nicht zum Flusse. Platin und Bley, letzteres schmolz, ohne dafs ersteres zum Glühen gelang

Platin und Zinn zeigten gleiches Verhalten und bei Silber und Zink blieb das erstere dunkel, während letzteres (vor dem eintretenden Schmelzen) erglühte. Schloſs man die Batterie zugleich mit mehreren Paaren ungleichartiger Dräthe, so wichen die Ergebnisse nicht merklich von den beschriebenen ab. Auch bleiben die Erfolge dieselben; gleichgültig mit welchem der Pole man den einen oder den andern der Dräthe verband. Childern folgerte aus diesen Versuchen, daſs die Metalle hinsichtlich ihres Leitungsvermögens für Electricität nachstehende Ordnung befolgen. Silber, Zink, Gold, Kupfer, Eisen und Platin; indeſs ist diese Ordnung darum nicht unabänderlich, weil sowohl die bereits angezogene Electricität selbst, als auch die entstehende verschiedene Wärme jene Leitung abändern, wiewohl Zu- und Abnahme des Leitungsvermögens der Metalle für die Electricität und für die Wärme einander gleichen Schritt zu halten scheinen. Als Cchildern die Batterie mittelst zweier gleich langer, nebeneinander liegender Platindräthe schloſs, von denen der eine $^1/_{30}$ der andere $^1/_{20}$ Zoll Durchmesser hatte, so kam nur der dickere zum Glühen, wahrscheinlich weil er mehr Electricität aufzunehmen, und verhältniſsmäſsig von seiner Oberfläche in gleichen Zeiten weniger Wärme zu entlassen vermochte, als der dünnere. Wurden hingegen beide Dräthe an einem Leiter verbunden, so war die Ordnung des Erglühens die umgekehrte. Waren in vorstehenden und in den nachfolgenden Versuchen beide Pole der Batterie genau mit einander verbunden, also die Kette vollkommen geschlossen, so erfolgte weder Glühung noch Wärmung, noch chemishe Wirkung, es erfordern diese Wirkungen also ein mehr oder weniger andauerndes Ansammeln und Gegenübererscheinen der Electricitäten der Batterie, vergl. I. S.—Nachdem Ch. das Säuregemisch des Apparats beträchtlich ver-

stärkt hatte, brachte er sehr dünne Streifen Holzkohle mittelst der Poldrathe zum starken Erglühen, annoch glühend tauchte er sie in Chlorgas u. in einem andern Versuch in Stikgas; aber jedes der Gase bleibt unverändert. Ein 5 1/2 engl. Fufs langer, und 0,11 Zoll dicker Platindrath wurde seiner ganzen Länge nach bei vollem Tageslichte rothglühend, desgl. einer von 1/2 Fufs Länge. Eben so verhielt sich ein (zuletzt schmelzendes) viereckiges Platinstückchen, 1/6 Zoll ins Gevierte u. 2 1/4 Zoll lang; ein cylindrisches, 0,276 Zoll dick u. 2 1/2 Zoll lang wurde durchgängig glühend. Als man eine gleiche Gewichtsmenge Merkur in zwei Schälchen von gebrandtem Thon dergestalt vertheilte, dafs das eine Schälchen mit dem einen, das andere mit dem entgegengesetzten Batteriepole in Verbindung stand, u. nun beide Mengen mittelst eines Platindraths von solcher Länge und Dicke in leitende Verbindung gebracht wurden, dafs die Batterie den Drath stets glühend erhielt, zeigte nach 20 Minuten das mit dem + E Pol verbundene Merkur eine Temperatur von 121°, das mit dem — E Pol in Verbindung stehende hingegen nur 112° F.

6) Als Ritter in einem früheren ähnlichen Versuch den eisernen Drath des + E Pols einer starken Säule in das Merkur leitete, und nun mit dem eisernen Drathe des — E Pols die Kette schlofs, indem er in einiger Entfernung von dem positiven Drathe das Merkur berührte; so entstand ausser dem Funken, jedesmal ein, der positiv-electr. Lichtenbergischen Figur ähnlicher Stern, von schwarzem Merkur; schlofs er hingegen mit dem + E Drathe, so wurden ausser dem, vom vorgedachten etwas abweichenden Funken, Puncte, Ringe, runde Flecken und überhaupt rundbegrenzte Gestalten, auf dem Merkurspiegel erzeugt, die vielleicht aus hydrogenirtem Merkur bestanden? Statt der Eisendräthe

andere (ebenfalls mit dem Merkur schwer amalgamirbare) Metalldräthe in Form von Spitzen angewendet, zeigten ähnliche Erfolge. Wurde mit Kohle am Zinkdrath geschlossen, so waren die rundlichen Figuren ausserdem noch mit einer leicht verschwindenden Wolke oder Hofe umgeben. Die Säule welche R. zu diesem Versuch diente, bestand aus 224 Schichtungen, gab sowohl bei der Schliessung als auch bei der Wiederöffnung Funken, welche letztere jedoch kleiner waren. Wurde zwischen den schliessenden Drathspitzen ein Tropfen Wasser gebracht, so schäumte dieses während des starken röthlichen (zum Theil vielleicht von verbrennendem Wasserstoffgas berührenden) Funkens, unter heftigem Zischen auf. R's Abh. III. 265—268. Reinhold in Gilberts Annal. XI. 383. Auch fand derselbe Physiker, dafs das Merkur am Zinkpol steifer oder zäher werde, am Silberpol hingegen flüssiger und flüchtiger. Hierüber weiter unten. — Als ich das Merkur mit dem eisernen (oder auch statt desselben kupfernen) Drathe des —E Pol in Verbindung brachte, während ich einen ähnlichen Drath vom +E Pol in Salzwasser leitete, welches das Merkur eine Linie hoch bedeckte, wurde Eisen (wie Kupfer) bis zum innersten des Draths amalgamirt.

7) Nähert man den —E Drath einer Flamme, während man zugleich den +E Drath in einer ½ bis 1 Zoll weiten Entfernung von dem ersteren in die Flamme bringt, so erzeugen sich im Augenblick der Annäherung des letzteren, an dem —E Drathe besondere, einer Pflanzenverästelung ähnelnde, dendritische Rufsfiguren, die vielleicht nach Ritters Vermuthung (der dieses Phänomen zuerst beobachtete) eine fast metallische Kohle darstellen. Verfährt man umgekehrt; so findet dasselbe am positiven Drathe statt, nur weichen die Rufsdendriten in der Form bedeutend von jenen ab. Mehr zusammen-

gedrängt scheinen sie zugleich die Kohle im oxydirteren Zustande darzustellen? Vergl. Ritter in Gilberts Ann. IX. 337. Böckmann ebendas. XI. 231. Ritter und Oerstedt in Gehlens N. A. Journ. d. Chem. III. 692. Schloſs ich in ähnlichen Versuchen die Kette durch Näherung der Ruſs bedeckten Drathenden bis fast zur Berührung in der Flamme, so verbrannte die Kohle mit dem lebhaftesten Weislichte.

8) Leitet man von beiden Polen Platin- oder Golddräthe (oder vom Zinkpol einen Golddrath und vom Silberpol den Drath irgend eines anderen Metalles) in die beiden Mündungen einer V förmigen, von einem Stative gehaltenen, mit reinem Wasser gefüllten Glasröhre; so entbindet sich aus dem Wasser an der Spitze des Silberpol-Leiters Wasserstoffgas (Gas hydrogéne), an der des Zinkpol-Leiters Sauerstoffgas (Gas oxygéne). War hingegen der Drath des Zinkpols nicht von Gold oder Platin, sondern von einem anderen oxydirbareren Metalle, so wird hier kein Gas entwickelt, sondern es erzeugt sich Metalloxyd. Statt des Silberpoldrathes kann auch eine Kohlenspitze dienen; wollte man diese hingegen beim Zinkpole anwenden, so würde hier, Davy's Beob. gemäſs (Gilberts Ann. VII. 3.) nicht Sauerstoffgas sondern Kohlensäure entbunden werden, die sich in dem Wasser zum Theil wieder auflöst. — Wählt man anstatt der gekrümmten Röhre einen starken, unten offenen, oben geschlossenen Glascylinder durch dessen Decke eine Metallspitze reicht, welche einer andern durch die Seitenwand des Cylinders in dessen Innenraum hineinreichenden Spitze auf 1 Linien Weite entgegensteht, zum Wasserbehälter, so daſs dieser gefüllt in einer kleinen Schale mit Wasser steht, und setzt denn das äussere Ende der einen Spitze mit dem einen des der anderen mit dem entgegengesetzten Pol in Verbindung, so kann man das

Gasgemisch des zersetzten Wassers, die sog. Knallluft mit Hülfe derselben Säule (bei gehöriger Vorsicht) wider zu Wasser verbrennen, es entsteht dann oben in der Röhre ein electr. Funke, der das Gasgemenge anzündet, welches dann mit hellem Lichte unter heftiger Explosion verbrennt, vergl. S. 507 d. I. Bd. — Will man jedes der Gase für sich auffangen, so hängt man zwei kleine mit reinem Wasser gefüllte gläserne Recipienten, in eine kleine mit gleichem Wasser gefüllte Wanne (von Porzellan oder überfirnifstem Holz) und leitet die Dräthe durch (kein Wasser enthaltende) gläserne Röhren, unter die Recipienten; den Oxygendrath unter den einen, den Hydrogendrath unter den anderen. (Die Glasröhren, durch welche die Dräthe zunächst durchlaufen, werden an dem Ende, welches in das Wasser reichen soll, zuvor mit einem Korkstöpsel verschlossen, der vom Drathe durchstochen noch mit etwas Siegellack überzogen wird, um das Eindringen des Wassers in die Röhre zu verhüten. Andere Vorrichtungen zu demselben Zwecke haben Simon (Gilberts Ann. VIII. 25.) u. Hildebrandt (ebend. XXI. 257.) angegeben; und Gilbert (a. a. O. VIII. 243.) hat das Verfahren zur Bestimmung des Volums und des abs. Gewichts der Gase, genau beschrieben. — Schon früher hatten Ash u. a. (vergl. S. 22, No. 4.) die Wasserzersetzung in und mittelst der einfachen galv. Kette beobachtet; mit Hülfe der Säule wurde dieser merkwürdige und nun erst die gehörige Aufmerksamkeit erregende Vers., zuförderst durch Carlisle, Nicholson, Cruikshank und Henry (Nicholsons Journal of natural philosophy. Vol. IV. Jul. 1800, übersetzt in Gilberts Annalen. VI. 348.) angestellt, bald darauf von Ritter, C. H. Pfaff, Simon, Davy und v. Hauch genauer bestimmt; vergl. Ritters Abhandl. I. 199. ff. 245 etc. Ritter fand, dafs die Erzeugung jener Gase auch dann erfolgt, wenn der untere Theil der V förmigen Röhre reine

vollkommen entwässerte Schwefelsäure enthält (die zwar leitet aber durch die beiden Polwirkungen mäſsig starker Ketten nicht selbst zersetzt wird), so daſs beide Gase in gesonderten Schenkeln hervortreten. Pfaff erreichte etwas ähnliches, als er beide Wasserschichten durch einen nassen Korkstöpsel trennte; Simon und Davy, als sie anstatt des Korkes frische Fleischfaser wählten, und der leztere auch, als er zwei für beide Pole gesonderte Wasserschichten, durch einen lebenden Menschen in leitende Verbindung setzte. Man vergl. noch: Gilberts Ann. VII. 363 VIII. 22. 125 u. 110. Den wichtigsten und entscheidensten Vers. dieser Art, stellte v. Hauch bereits d. 2. Jan. 1801 an (vergl. Nord. Arch. II. 2. 38. und Ritters Abh. II. 310 ff.); er erhielt nämlich die Gase nicht in dem Verhältnisse, wie sie nach Lavoisiers Versuchen über Zersetzung und Wiedererzeugung des Wassers (vergl. §. 118. N. 6.) erfolgen sollten, sondern anstatt 14,337 Wasserstoffgas (dem Gewichte nach) in zwei zusammenhängenden Röhren 25,0775 Wasserstoffgas u. 74,9245 Sauerstoffgas; in zwei anderen ähnlichen Versuchen 7,722 Wasserstoffgas und 92,278 Sauerstoffgas. Das Wasser war dabei, in jedem Continuum vollkommen dasselbe, und es schien daher dieser interessante v. Hauchsche Versuch zu beweisen, was Ritter schon aus seinem ersten Versuche geschlossen hatte, nämlich: daſs das Wasser eine chemisch-einfache Substanz sey. — Spätere Versuche haben übrigens gezeigt, daſs wahrscheinlich an dem Zinkpol nicht blos Sauerstoffgas und am entgegengesetzten nicht blos Wasserstoffgas, sondern an beiden ein Gemisch beider Stoffe entwickelt werde, wovon vielleicht nur der eine am entsprechenden Pole gasförmig entwickelt wird, also wenigstens in der Electricität seines Pols die bestimmte Bedingung zur Entwickelung finde; der Sauerstoff am Zinkpol, der Wasserstoff am Silberpol.

Ueber die Einwürfe gegen die Einfachheit des Wassers mündlich. Als Erman ein mehrere Schuh lange Wasserschicht den beiden Polen der Säule aussetzte, erschien dennoch an jedem der Pole Gas; Eis statt des Wassers angewendet, verhielt sich hier wie bei der gewöhnlichen Electricität isolirend, es kam mithin auch nicht zur Gaserzeugung, eben so wenig bemerkte E ein früheres Schmelzen des Eises, wenn es dem einen oder anderen Pole ausgesetzt wurde. Gilberts Ann. XI. 166. — Schmelzt man bei obigem Gaserzeugungsversuche die Mündungen der Glasröhren an dem Golddrathe zu, so erfolgt nach Simon (a. a. O. X. 297.) nur anfänglich Gasentbindung, nachher hemmt der Druck der in der Röhre enthaltenen Fluida alle weitere Gassation. — Die Summe des Gewichts beider erzeugten Gase, ist übrigens (nach S. a. a. O. 282.) stets der Summe des als tropfbares Wasser verschwundenen Wassers gleich. Erleichtert wird die Gasentwickelung, wenn man während der Einwirkung der Pole das Wasser schüttelt; und Ritter will bemerkt haben, dafs auf diese Weise eine grössere Menge von Gasen gewonnen werde. — Davy erhielt bei einem ähnlichen, weiter unten erwähnten, die electrische Anziehung und Abstofsung an Merkurkügelchen nachweisenden Vers. nur Wasserstoffgas; war das Merkur Sauerstoffhaltig geworden?

9) Wie wir bereits oben (S. 27) bemerkten, ist die Entwicklung jener Gase aus dem Wasser auch mittelst der Electrisirmaschiene möglich, und zwar (nach Ritter in Voigts Magaz. IX. 158. ff.) am besten, wenn man eine gerade Glasröhre, von 4 Pariser Zoll Länge und drei Linien Weite, mit reinem Wasser füllt, und das eine Ende derselben mit einem Zinkdrathe, das andere mit einem Platindrathe versieht. Man verbindet darauf den Zinkdrath mit dem positiven Conductor der Electrisir-Maschine

den Platindrath mit der Erde oder mit dem Conductor des Reibzeuges, senkt beide Dräthe so weit ins Wasser der Röhre, dafs sie sich (ohne irgend isolirt zu seyn) bis auf einige Linien nähern, und läfst nun die Maschine drehen. Ich war bei diesem Vers. zugegen, und wurde dadurch späterhin veranlafst eine ziemlich starke electr. Batterie so zu entladen, dafs sich zwischen beiden Belegen eine Wasserschicht (in einer isolirten offnen Schale) befand; statt eines Funkens geschah die Entladung in mehreren nach einander folgenden kleinen Funken, ohne merkbare Gasentbindung an den Spitzen der von den Belegen ins Wasser reichenden Dräthe, und ich selbst erhielt nur sehr mässige Commotionen, da ich mich mit dem Drath des negativen Belegs *in leitende* Verbindung setzte und ihn so in das Wasser tauchte. — Diejenigen, welche obige Versuche früher anstellten, von Marum, Paets, van Troostwyk, Deimann, Gren, Pearson, Walloston u. a. wählten nicht heterogene Dräthe, und liessen dieselben nicht unmittelbar ins Wasser reichen, sondern den electr. Funken durch eine Luftschicht überschlagen, wodurch öfters das Glas der Röhre zerschlagen oder auch aufs feinste zerstiebt wurde. Sie bemerkten dabei, dafs, je grösser die Weite ist, aus der man den Funken überschlagen läfst, um so mehr Gas wird entbunden. Da dieser Versuch zuerst in Amsterdam angestellt wurde, so nennt man ihn gewöhnlich mit Lichtenberg: den Amsterdamer Versuch.

10) Bringt man in dem obigen Vers., anstatt des Wassers Weingeist in die Röhre; so isolirt dieser anfänglich (so wie solches Aether, ätherische und fette Oele thun), hebt man hingegen die Dräthe öfters heraus, und bringt sie eben so oft wieder hinein, so leitet er endlich, was auf eine Wassererzeugung deuten würde, wenn nicht durch Verdampfung der

Weingeist an sich wässriger geworden seyn sollte. Vergl. RITTER's Abh. II. 297—298. Uebrigens lassen sich Weingeist, Aether, Phosphor, Schwefel etc. mittelst des electrischen Funkens der Säule anzünden.

11) Wählt man statt des reinen Wassers andere wässrige Flüssigkeiten, zur Schliessung der Kettenkette (Säule) so entstehen durch die (anziehenden) Wirkungen des + und — E der Pole, chemische Vertheilungen (Zerlegungen) gemischter Stoffe, und sehr häufig auch neue Mischungen der ausgeschiedenen Stoffe, mit Sauer- oder Wasserstoff. Den Bemühungen CRUIKSHANKS, BÖCKMANNS, HENRY's, SIMONS, v. ARNIMS, BRUGNATELLI's, (vergl. GILBERTS Ann. VI. 360. VIII. 152. VI. 369. VIII. 33. 183. XVI. 94.) HISINGERS und BERZELIUS (GEHLENS N. A. Journ. d. Chem. I. 115.) RITTERS (dessen Abh. I, II. III. B) und vorzüglich DAVY's (GILBERTS Ann. XII. 157. XXVIII. 161. ff.) verdanken wir die vorzüglichsten Resultate über diesen Gegenstand.

a) Werden wässrige verdünnte Metallauflösungen, vorzüglich edler Metalle, der Einwirkung beider Pole, in einer schicklichen Glasröhre ausgesetzt, so werden sie am Hydrogenpole häufig vollkommen reducirt, und bilden dann grosse, höchst glänzende Metallvegetationen (vergl. 117 u. 118.). Am glänzendsten schlägt sich auf diese Weise das Gold am Golddrathe des Hydrogenpols einer starken Säule binnen einigen Tagen nieder. Eben so bildet das Silber einen schönen Arbor Dianae, und das Bley eine Weinranken ähnliche Vegetation, die nach RITTER eine 28 Zoll lange und 5 Linien weite Glasröhre füllend, dennoch nur getrocknet 3½ Gran wog. Die Metallniederschläge der übrigen Metalle, stehen den genannten an äusserer Schönheit nach. Aufgelöste Erden oder Alkalien krystallisiren am — E Pol wie gewöhnlich, und schon Zehntheillinien dieser Kry-

stalle isoliren wie Glas. RITTERS Abh. II. 316. ff. Bei mehreren Metallen sind auch die Bildungen auf der Zinkseite merkwürdig. Aus der Silberauflösung bildet sich hyperoxydirtes Silber, von Metallglanz, Leitungsfähigkeit für Electricität und Galvanismus, von einer dem Eisenglaz ähnlichen bräunlichen Farbe, und aus einer fortlaufenden Reihe Kreuzstein ähnlicher Krystallisationen bestehend, welches mit gemeiner Salzsäure begossen, sogleich Chlorgas entbindet. Auf ähnliche Weise läfst sich auch ein (braunes) Hyperoxyd des Bleies darstellen, das in meinen hieher gehörigen Versuchen stets metallisch glänzend, und manchmal den Platindrath in Form einer durchscheinenden Rinde überzog. RITTER im N. Allg. Journ. d. Cchemie. III. 562: So wie sich das Silber im Kreise der Säule hyperoxydiren läfst; so kann man es auch hydrogeniren, und man erhält das Hydrogensilber aus jeder so weit verdünnten Silberauflösung, dafs die Quantität Hydrogen, welche die Säule am —E Pol Gold- oder Silberdrath liefert, nun nicht mehr Silberoxyd genug am Orte seiner Entwickelung vorfindet, um dieses Oxyd zu reduciren. Das nun entstehende Hydrogensilber erscheint theils als schwarzer Beschlag, theils in Dendrittenform. Gold, Kupfer und Zinn zeigen nach RITTER a. a. O. ähnliche Veränderungen; und etwas der Art bemerkt man auch beim Eisen (?), (in Form eines blauen Niederschlags, vergl. a. a. O. 561.) Platin, Blei u. e. a. Metallen (vergl. S. 493. 494. 495 dies. Grundr. und meine Materialien zur Erweiterung der Naturk. I. S. 121. Beitr. I. 147. etc.) RUHLAND erhielt bei der Wiederholung der RITTER'schen Versuche ebenfalls das Hyperoxyd des Silbers, aber nicht jene des Bley's und keine Hydrogenation edler sondern nur unedler Metalle und namentlich vom Wismuth, Stibium, Arsenik und Zink; SCHWEIGGER's Journ. XV. 411. ff. Ich er-

hielt bei ähnlichen Vers. mit Wismuth: Wismuthwasserstoffgas von einem dem Schwefelwasserstoff ähnelndem Geruche. Ueber das merkwürdige Verhalten des Tellur's als —E Pol im Kreise der Säule, wo es nach Ritter mit Wasserstoff vereint als braunes Hydrure sich abscheidet (Gehlen's Journ. V. 447) bevor es nach H. Davy in löslichen Tellurwasserstoff u. Tellurwasserstoffsäure übergeht; Schweigger's Journ. III. 346. — Ueber Metalllegirungen und Messingbildungen auf galv. Wege, vergl. auch noch ausser den hieher gehörigen früher bereits citirten Schriften Gehlen's Journ. VII. 736—740.

b) Bringt man in eine ohngefähr 6 Zoll lange und 3/4—1 Zoll weite Glasröhre, die ziemlich schief liegt, und an dem niedriger gesenkten Ende mittelst eines Eisendraths, mit dem —E Pol der Säule vereint ist, während das entgegengesetzte Ende auf gleiche Weise den +E Pol berührt, den dritten oder vierten Theil ihres räumlichen Inhaltes nach, Merkur, füllt dann den übrigen Raum mit Wasser, so daſs das Merkur den —E Drath berührt, und einen ziemlich flachen Spiegel bildet; so wird dieser Spiegel unausgesetzt in Bewegung seyn, und stets zwischen Expansion und Contraction schwankend, kleine Wellen schlagen, die sich genau so schnell hintereinander folgen werden, als die Zuckungen oder das regelmässige Flattern der Spitze einer jeden neben der Säule an einer Kerze, Weingeist etc. beim Verbrennen derselben erzeugt werdenden Flamme. Ritter (Voigts Mag. II. 370.), der dieses Phänomen nach Volta (vergl. Gilberts Ann. VIII. 296.) Henry (a. a. O. VI. 37.) u. a. deutlicher bemerkte, entdeckte diese gleiche Periodicität der Flamme als er dasselbe einstmals Abends beobachtete. Es rühren, nach ihm jene Wellen daher daſs das mit seiner Spitze un-

ausgesetzt oscillirende Merkur bald vor, bald wieder zurückgeht, je nachdem die Action bald stärker bald schwächer ist (und dadurch zunächst eine Periode von $^{24}/_{37}$ Secunden angiebt, bei diesem sehr schnell sich folgenden Wechsel der Action nicht Zeit hat, wirklich vor- und rückwärts zu gehen, dfe Solicitation sich also nur wie ein dem Merkur schnell wieder vorübergehender Stofs äussert. Beobachtet man das Phänomen an zwei neben einander stehenden, sonst aber durch nichts als den Boden verbundenen Säulen, die in Rücksicht der Lagenzahl, Plattenbreite des feuchten Leiters, u. der Metalle, möglichst verschieden seyn können, so findet man dieselben periodischen Oscillationen und zu vollkommen gleicher Zeit gegeben. Zählt man diese Schwankungen oder Zuckungen, ihres jedesmaligen Eintretens zufolge, und vergleicht sie, so findet man auf 6 Minuten stets 2220—2222, d. i. auf eine Minute 470, oder genau so viel als wie an der Flamme; und zugleich bemerkt man, dafs das Zucken innerhalb $3\frac{23}{24}$ Minuten einmal möglichst schwach, und dann nach und nach stärker werdend, einmal das Maximum der Stärke erreichend, eintrit. Eine solche und alle ähnliche Hauptperioden fassen in sich vier schwächere, deren zwei als Minima in das Minimum der grösseren Periode fallen. Untersucht man, wie oft jene Periode von $\frac{24}{37}$ Secunden in diejenige von $\frac{23}{24}$ Minuten fällt, so ergiebt sich 365 mal, und ebenso oft kommt die von $3\frac{23}{24}$ Minuten wiederum im Tage, und dieser im Jahre vor. Uebrigens hat die Periode von $\frac{24}{37}$ Secunden noch 365 kleinere — bei der Wirkung der galv. Erregung auf das Ohr, in der Zahl der Schwingungen eines zwischen $\overline{\text{c}}$ und $\overline{\text{cis}}$ fallenden, und neben den vorhin erwähnten Tönen oftmals bei jenem Versuche eintretenden Tons bemerkbar — von $\frac{2}{19}$ Tertien. Das Maximum der täglichen Periode fällt zur Nachtzeit und das Minimum

(in der Zuckung) zur Tagszeit. Daher soll dieselbe galv. Säule zur Nachtzeit stärker als am Tage wirken, und derselbe Fall auch bei eigentlich chemischen Processen eintreten; wohin die Mischungs-, Auflösungs- und Lösungsprocesse, die Gasentbindung mittelst electr. Erregung u. m. dgl. gehören. Dasselbe findet nach Ritter auch bei der Säule in der jährlichen Periode statt; das Maximum anorganischer Thätigkeit fällt dann, wenn die Sonne kürzere Zeit über dem Horizont verweilt, d. i. im Winter, ihr Minimum im Sommer. Vergleicht man diese Beobachtungen mit denen über das Maximum der organischen Erdenthätigkeit, so fällt diese gerade in die entgegengesetzte Zeit. In der Nacht, und noch mehr im Winter ruht im Allgemeinen das Organische, verglichen mit dem Grade von Thätigkeit, der bei Tage und im Sommer gegeben ist. Eine grössere Periode der Erdenthätigkeit, von Ritter am Magnetismus, an der Electricitätserregung der Atmosphäre und ähnlichen meteorischen Erscheinungen und Vorgängen der Erdmasse angedeutet, ist diejenige von $18^2/_3$ Jahren, oder die Zeit, in der die geographische Axe der Erde mit ihren Polen am Himmel Kreise von achtzehn Secunden Durchmesser beschreibt, die sich nach R's Vermuthung auch in den Mortalitätstabellen (als die Herrschaft anorganischer Thätigkeit über den organischen Bestand der Organismen bezeichnend) nachweisen lassen wird, und zum Theil auch Belege in den, zur Eintretungszeit jener Perioden sich besonders heftig zeigenden Ausbrüchen ansteckender Krankheiten, Contagien, und Entstehung der Miasmen zu erhalten scheint. Das Leben des Menschen und der übrigen organischen Erdindividuen (bei dem ersteren weist es schon die Periodicität des Pulsschlags nach) besitzt noch ausserdem seine eigenthümliche, mit grösseren Erdperioden zusammenfallende Perioden, die in Hinsicht ihrer Darstellung und der Art ihres Gege-

benwerdens, den allgemeinen anorganischen Thätigkeitsäusserungen auf obig geschilderte Weise entsprechen, und so auf das gemeinschaftliche Activitätsprincip, auf allgemeines Belebtseyn hinweisen. — Eine jener grösseren Erdenperioden ist z. B. die von ohngefähr 26000 Jahren, oder das sogenannte Platonische oder grosse Jahr, in welchem die Erdaxe einmal in der Ecliptik herum kömmt, und die durch das sogenannte Vorrücken der Nachtgleichen entsteht. Vergl. S. 451. Hieher gehöret auch die von v. Humboldt bemerkte Unterabtheilung jeder täglichen regelmässigen Periode der Variation der Magnetnadel (vergl. S. 438.) in vier schwächere; ferner die jährlichen und täglichen Variationen und Oscillationen derselben Nadel, und vielleicht auch das von Prof. Heller und Ritter bemerkte erdmagnetische Phänomen; vergl. Gehlens J. f. Chem Phys. u. Mineral. VIII. 696. Besonders scheint auch aus dem Verhältnisse der, den Erdkern umschliessenden concentr. Erdlagen, und aus ihrer individuellen Beschaffenheit angedeutet zu werden, ein periodisches, bald stärkeres bald schwächeres Entwickeln der Erdsubstanz, bei der unserer Beobachtung sich darbietenden, bis jetzt statt findenden Ausbildung: und die Geognose dürfte bei genauerer Prüfung dafür wohl nicht geringe Belege finden, in der nach und nach erfolgten, oftmals plötzlich und mit besonderer Energie sich ausdrückenden Entfaltung der einigen Urgebirgsmasse, zur mannichfach individualisirten Masse späterer Formationen; vielleicht datiren sich viele der sogenannten Erdrevolutionen daher, und dadurch dürfte denn wohl ihre, oftmals die ganze Erdsubstanz treffende Ausdehnung zu begreifen seyn. Erman u. a. haben gegen das Periodische dieser Oscillationen Einwürfe gemacht; Gilbert's Ann. XXV.

Untersucht man das, in jener Röhre bereits einige

Zeit oscillirende Merkur, so findet man, dafs es an der Oxygenseite weniger flüssig, auf der Hydrogenseite aber mehr flüssig erscheint, vergl. oben N. 6. d. §phs; vielleicht dafs im zäheren Merkur Sauerstoff und im flüssigeren Wasserstoff als Metall zugegen ist? Nöthigt man es, Gas (Hydrogen) zu geben, oder bildet man mit demselben im Kreise der Säule den negativen Pol selbst, so erlangt es an diesem eine bedeutende Zähigkeit oder Schwerflüssigkeit. So wird es auch umgekehrt weit leichtflüssiger, wenn es als Hydrogenpol in den Kreis der Säule gebracht wird, wobei es dann nicht die mindeste Spur von Hydrogengas entwickelt, wohl aber am Oxygenpol (wenn dieser durch Gold- oder Platindrath verlängert ist) Oxygengas. — Rose's leichtflüssiges Metallgemisch, ein gehörig flüssiges Bleiamalgam, das Metallgemisch der Buchdrucker etc. gewähren, im heissen Wasser flüssig erhalten, und so auf gleiche Weise wie das Merkur der Wirk. der Säule ausgesetzt, ähnliche Erscheinungen, nach Ritter's, Oerstedt's und eigenen Beobachtungen. Es scheint dabei das innere Bestandesverhältnifs der Metalle selbst, durch die electr. Aufforderung der Säule, vielleicht in Form oder auf Art electr. Vertheilung, so lange einige Veränderung zu erleiden, als wie die Metalle jener Wirkungssphäre unterworfen sind; und das Zähe- und Flüssigerwerden an entgegengesetzten Polen, scheint nur der Anfang solcher Aenderungen zu seyn, beginnend mit einer Art magnetischer Polarisirung diese aber sogleich weiter verfolgend, und über sie hinausgehend. Vergl. Ritter in Gehlens N. A. J. d. Chem. VI. 561. V. 405—419. Oerstedt ebend. III. 578. Meine Mater. I. 100—121. — Könnte man eine Säule bauen, von einer so grossen Leitungsfähigkeit und schnellen Action ihrer selbst, dafs z. B. das Merkur gegen sie so geringe leitete, als das Wasser im Verhältnifs zu den

gewöhnlichen Säulen leitet, so würde das Merkur wahrscheinlich durch die beiden Pole der Säule so zersetzt werden, als zur Zeit das Wasser oder die darin gelösten Mischungen. So aber setzt sich zwar etwas der Zersetzung ähnliches in jedem vollkommen schliessenden (metallischen) Leiter fort, wird aber von Atom zu Atom in demselben Augenblick wieder aufgehoben, da es zu entstehen im Begriffe ist. Denn überhaupt, während die Electrisirmaschine z. B. durch verhältnifsmässig starke isolirende Hemmung elect. Funken erzeugt etc., wirkt die Säule durch die ausserordentliche Leitung ihrer Theile gasgebend, oxydirend etc. Vergl. oben u. a. a. O. Noch gehört hieher H. Davy's Beob. über die Bewegungen der im Schliessungswasser liegenden Merkurkügelchen, welche aufhörten, so wie das Merkur Wasserstoffgas entband; Singer's Elem. 239; desgleichen Gerboins Verfahren: an denen über Merkur im Wasser befindlichen Körperchen die Wirkungen der elektrischen Anziehung und Abstossung, der in das Wasser reichenden Poldräthe der Säule nachzuweisen; Gilbert's Ann. XI. 30. L. V. 203. Parrot's und v. Helwig's hieher gehörende Vers. a. a. O. u. Parrot's Physik II. 537. Denselben schliessen sich ferner an: Erman's schöne Vers. das Verhältnifs der elektrischen Anziehung zur mechanischen Cohärenz betreffend; Gilbert's Ann. XXXII. 261. Als E. eine gut centrirte eiserne Adhäsionsplatte an dem einen Arm einer Wage ins Gleichgewicht brachte, nachdem er sie einer über Merkur stehenden sehr dünnen Wasserschicht fast bis zum Abreisfen genähert und die Wage mit dem einen, das Merkur mit dem andern Pol der Säule verbunden hatte, bemerkte er, indem er die Säule mittelst eines Hebels schloss, dafs sich sogleich die Basis des gehobenen Wassercylinders auf der Merkuroberfläche ausbreitete (indem sie rundumher vom Rande der Platte empor

schnellte) während die Platte herausgezogen und die mit einigen Unzen beschwerte Wage zu beträchtlicher Neigung gebracht wurde. Am lebhaftesten war hiebei die Ausbreitung des Wassers (und die Merkurfläche selbst gerieth zugleich in leise Bewegung) wenn der + E Drath durch die Wage mit der Platte, und der — E Drath mit dem Merkur in leitender Verbindung stand. Berührte man die Wasserschicht nur auf der Oberfläche mit dem + E (Platin) Drath, während der — E Drath in's Merkur tauchte, so wurde die ganze Wassermasse senkrecht auf und abgeschleudert, während es sich nicht minder heftig in horizontaler Richtung abwechselnd ausdehnend und zusammenziehend bewegte. Die Merkuroberfläche gerieth dabei in andauernde, consensuelle, ringförmige Schwankung; jedoch erfolgten alle diese Erscheinungen nur mit chemisch reinem Merkur, und wenn seiner Oberflächenverschiebung kein mechanisches Hindernifs entgegen stand. Wurde statt des flüssigen Merkur eine starre, auch noch so gut polierte Metallplatte genommen, so erfolgte keine Spur von Abplattung des Wassers und mithin auch keine Oscillation. Die durch vermehrte Adhäsion wechselseitig veränderte Krümmung beider Flächen, ist also das Einleitende des übrigen Theils der Erscheinung. Mit der Maschinenelectricität gelangen die Vers. nicht. A. a. O. 273 u. 279.

c) Enthält die Röhre zwischen beiden Poldräthen Lacmustinctur, so wird diese am Oxygenpol geröthet, eben so wird Curcuma oder Rhabarbertinctur am Hydrogenpol gebräunt oder violet. (S. 502 u. 503.) War überhaupt das Wasser jener Röhre nicht ganz rein, sondern mit vegetabilischen oder thierischen Theilen (z. B. von Fleischfaser als Leiter angewendet, oder von gefeuchteter Blase als Bedeckungsmittel etc.) geschwängert, so enthält es gewöhnlich salzfähige oder wirklich salzige Theile z. B. Kochsalz,

die dann von den Polen angezogen, und dadurch zerlegt, hier als Säure und Alkali hervorgehen. Vergl. SIMON in GILBERT's Ann. VIII. 1. HISINGER u. BERZELIUS in SCHERERS Journ. IX. S. 256, DAVY a. a. O. — X. PACHIANIS Behauptung einer (scheinbaren) Erzeugung von Salzsäure und Natron aus reinem Wasser; GILBERT Ann. XXI. Bestätigende Beob. d. galv. Societ. in Paris; ebendas. XXIV. 391. XXV. 99. 232. Durch SIMON und ERMAN von zufälligen Beimischungen organischer Stoffe abgeleitet; ebendas. XII. 220. Dagegen PACHIANI's Meinung durch BRUGNATELLI vertheidigt; a. a. O. XXIII. 182.. RITTER erhielt aus sorgfältig gereinigtem Wasser keine Spur von Säure oder Alkali; VOIGTS Mag. IV. 618. GRUNER hingegen beides aus thierischer Gallerte und arabischem Gummi, GILBERTS Ann. XXIV. 85. RITTER über Salzsäure und Natron durch Galvanismus aus Wasser; GEHLENS Journ. f. Chem. u. Phys. I. 36. ff. SYLVESTER ebend. II. 152. ff. DAVY's Vers. mit Wasser in Röhren von Wachs, Harz, Glas, in Tiegeln von Platin; Kegeln von Gold etc. zeigten endlich, daſs das bei diesen und ähnlichen Versuchen am — E Pol erschienene Natron oder Kali, aus dem Glase der Röhre etc. abstamme, daſs die bei ähnlichen Versuchen häufig erzeugt werdende Salpetersäure und das Ammoniak, dem Stickstoffe welchen jedes Wasser mehr oder weniger aus der Atmosphäre enthält, und dem Sauerstoffe und Wasserstoffe des Wassers zugeschrieben werden müsse; und das mit Hülfe der Säule die äussersten Minima von Alkali oder Säure, z. B. in Fossilien und organischen Stoffen, entdeckt werden können. GEHLEN's Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. V. 1. ff

d) Setzt man Salzlösungen in Wasser, z. B. gelöstes schwefelsaures Kali, salzsaures Natron (Kochsalz) isolirt den beiden Polen der Säule aus, so finden durch Anziehung der Pole chemische Vertheilun-

gen oder Zerlegungen der gelösten Mischungen statt, denen der vorhin berührten Beobachtung ähnlich; und nach Davy (a. a. O.) werden die Bestandtheile an die entgegengesetzten Pole so übergeführt, dafs während des Ueberführens selbst die chemische Anziehung zu entgegengesetzten, damit in Berührung kommenden chemischen Stoffen, der Polanziehung nicht entgegen zu wirken vermag. Vergl. auch Hisingers und J. Berzelius Vers. in Gehlens N. A. Journ. d. Chem. I. 116. ff. — Winterl legt diesen und ähnlichen Phänomenen eine andre abweichende Erklärung unter; Vergl. meine Materalien und Beiträge I. 116. ff. Nach W. enthalten nämlich alle organische Körper mehrere chemische Stoffe, in einem mehr oder weniger chemisch unwirksamen Zustande, den er abgestumpft nennt, und daher von abgestumpften Säuren und Alkalien etc. spricht; auf ähnliche Weise, jedoch aus anderen Ursachen abgestumpft existiren nach ihm dieselben Stoffe auch, in ihren Verbindungen zu Salzen, besonders wenn diese vollkommen neutral sind; werden hingegen wiederum chemisch unwirksam (begeistet), wenn sie mit den ihnen entsprechenden Electricitäten, die Säuren mit + E, die Alkalien (Erden und zum Theil auch die unvollkommenen Metalloxyde) mit — E, jede für sich verbunden werden. In obigen Versuchen wird daher nach W. am Zinkpol die Säure, am Silberpol das Alkali begeistet, und am ersten bleibt abgestumpftes Alkali, an letzteren abgestumpfte (nicht reagirende) Säure im Wasser gelöst. Wird dagegen eine chemisch wirksame Base, (so nennt W. das gegen Säuren reagirende) z. B. ein gelöstes Alkali für sich, dem ihm nicht entsprechenden Pole ausgesetzt, so soll ihm durch diesen Pol sein E entzogen, und mit dem E des anderen Pol's zu oE (das W. für die Wärme selbst hält) verbunden werden, wodurch die Base abgestumpft wird; und bei Säuren soll der umgekehrte

Fall eintreten. Das Wasser hält er für einfach, und Sauer- und Wasserstoff, für Verbindungen desselben mit + und — E (oder nach einer früheren Meinung: mit — und + E) weshalb er auch den Sauerstoff: Wassersäure und den Wasserstoff: Wasserbase nennt; das Wasser selbst aber als entgeisteten Sauer- oder Wasserstoff betrachtet. Die beiden Electricitäten nennt er die begeistenden Principien in der Natur, und die von ihnen befreiten Stoffe, Substrate, deren Eigenthümlichkeit von einem dritten Immateriellen, dem Bande abhänge, welches in grosser Mannichfaltigkeit, besonders auch in organischen Stoffen existire, und die Verbindung des (in allen Materien gleichen) Stoffes mit den begeisteten Principien begründe. Vergl. Beurtheilung der über Winterls System erschienenen Schriften, in den Heidelberger Jahrbüchern für Phys. Mathem. u. Cameralwissenschaften 1r Jahrg. III. H. u. ff. Kielmeyer vermuthete schon früher, daſs Säurung (Acidität) mit — E und Basirung (Alcalität) mit + E in Beziehung stehe (Vergl. Windischmanns Ideen zur Physik. I. 510.); und ähnliche Ideen finden sich auch schon in Kratzensteins, de Lucs u. A. Schriften. Eine ähnliche Zersetzung wie sie die Salze zwischen den Polen der Säule erleiden, findet auch bereits in der Säule selbst (z. B. in der obigen mit Salmiaklösung gebauten Säule, wo es der Ammoniakgeruch verräth) statt; Winterl ist der Meinung, daſs diese Zersetzungen in der Säule, von einer Beraubung der beiden Electricitäten herrühren, die zu den Polen fortgeführt würden. Daher sollen die in der Gegend des Indifferenzpunctes der Säule liegenden Salztheile, am vollkommensten in ihre abgestumpften Factoren zerfallen etc. Ueber diese und ähnliche Hypothesen, und über ihr Verhältniſs zur Erfahrung mündlich.

e) Gewöhnliche conc. Schwefelsäure wird nach

Simon zersetzt, indem sich am Hydrogenpol weisser Schwefel niederschlägt. Salpetersäure wird gelb, und giebt Stickgas und Wasserstoffgas, und wird zum Theil in Ammoniak verwandelt. Concentr. wässriges Ammoniak giebt dieselben Gase wie die Salpetersäure. Vergl. Simon in Trommsdorffs Geschichte des Galvanism. 120. ff. Bucholz in Gilberts Annal. IX, 448. Kieselkali-Lösung wird ebenfalls zersetzt und die Kieselerde (wie gewöhnlich die Erden aus ihren Auflösungen) am — E Pol niederschlagen.

f) Setzt man thierische oder vegetabilische feuchte oder flüssige Substanzen der Wirkung der Säule aus, so erleiden sie schnell Veränderungen, welche in den Wirkungen des ausgeschiedenen Sauer- und Wasserstoffs ihren Grund haben. Nach v. Arnim (Trommsdorff a. a. O. 135.) gieng Pflanzenschleim in Fäulnifs über; Bier und Wein wurden sehr bald sauer. Eiweifs und schneller noch Eidotter und Saamenfeuchtigkeit wurden übelriechend; ersteres am Wasserstoffpol weifsschleimig und durchsichtig, am Sauerstoffpol dicht und undurchsichtig. Muskelfaser verdarb schnell. Harnstoff wurde am Wasserstoffpol weifs niedergeschlagen, und gieng schnell in Fäulnifs über. Frisches Blut wird am Sauerstoffpol röther und gerinnt, am entgegengesetzten Pol fast schwarz und bleibt flüssig. Nach Brugnatelli (van Mons Journ. de Phys. et de Chem. IV. N. 10. 114.) gab Milch am Silberpol Milchzucker, während sie am Zinkpol gerann und säuerlich wurde. Aus Ochsengalle setzte sich am Silberpol eine eiweissartige Materie ab. Parrot (Gilberts Ann. XII. 61. vergl. Daubencourts und Zanetti's Vers. in Gehlens N. A. Journ. d. Chem. I. 357.) sah aus einem Streifen Muskelfleisch im Hydrogenwasser Gallerte, im Oxygenwasser Fett entstehen. (Derselbe Physiker will auch eine blaue Farbe haben entstehen sehen,

als er das Wasser des Hydrogenpols zu dem Oxyde des Oxygenwassers schüttete; a. a. O. XII. 60.)

g) Bei der gewöhnlichen galvan. Wasserzersetzung stieg das Thermometer nach TATUM (GILBERTS Ann. XXX. 236.) von 54° auf 80 Grad. HILDEBRANDT sah zu obigen und ähnlichen Versuchen Säulen aus Silber, Kupfer, Zink und Wasser, sich eben so wirksam verhalten, als Säulen aus Silber, Zink und Wasser a. a. O. 67. Noch vergl. man GROTHUSS über die Zersetzung des Wassers durch die galv. Electr. etc. in GEHLENS J. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 110. ff. Kohlensäure wird nicht zersetzt. N. A. J. d. Chem. I. 142.

h) Den 19. Novemb. 1807 theilte DAVY der Königl. Societät zu London Versuche mit, die Metallisirbarkeit der Alkalien durch galv. Electricität erweisend. Seine Untersuchungen über die Zerlegung der Salze und über PACHIANI's angebliche Salzsäure-Erzeugung, hatten ihm den Weg zu dieser glänzenden Entdeckung gebahnt. So wie einst die Erfindung der Säule alle Physiker des Continents in neue Thätigkeit setzte, so wurden auch jetzt DAVY's wichtige Versuche sehr bald der Gegenstand experimenteller Prüfung französischer und deutscher Physiker. Vergl. Bibliothèque Britannique, Dec. 1807. u. GEHLENS Journ. für Chem. Phys. u. Miner. IV. 660. V. 565. 567. VII. 595. 644. GAY-LUSSACS u. THENARDS, ERMANS, SIMONS und KLAPROTHS erste Wiederholungs-Vers. V. 150 u. 571. 703. VII. 644. RITTERS Vers. V. 302. ff. 449. ff. BOISSIERS Vers. ebend. 410. SEEBECKS Vers. ebend. 412. ff. 482. Die des Grafen v. STERNBERG ebend. 419; des Prof. PLACIDUS HEINRICH, ebend. 413; SIMONS (423), LAMPADIUS, TROMMSDORFFS 483 u. 487. GÖTTLINGS Vers. ebend. 710. Ferner finden sich die Beob. der ausländischen Physiker über diesen Gegenstand, so wie diejenigen mehrerer der oben genannten deutschen Physiker, so wie auch die eines v. JACQUIN, v. SCHREIBERS, TIHAVSKY und

Bremser in Wien, u. a. in Gilberts Annal. XXVIII —XXX. u. s. f. Auch vergl. man die Notizen über Göttlings, Kastners, Seebegks und Ritters Vers. im Intell. Bl. der Jenaischen Allg. Litt. Zeit. Febr. und. März 1808.

Davy bemerkte jene Veränderung zuförderst nur an dem (ätzenden) Kali, Natron und Ammoniak, späterhin fand man aber, dafs auch Kalk, Baryt, Strontian, Talk, Alaunerde, Kieselerde (Siliciumsäure) und Boraxsäure einer ähnlichen Metallisation oder vielmehr Desoxydation fähig seyen, und dafs ähnliche Reductionen auch auf gewöhnlich chemischem Wege, mittelst Kohle, Eisenfeile, Spiefsglanzmetall und Kohle etc. in eisernen Flintenläufen, bedeckten Tiegeln, oder besser in Retorten aus Stabeisen, gebildet werden können. Vergl. Curaudau in Gehlens Journ. für Chemie, Phys. u. Miner. V. 569, 699, Bucholz ebend. 690. Göttling 703. Kastner VI. 190. Ritter a. a. O. — Vergl. Gilberts Ann. XXVIII. 327. 468. XXIX. 83. 87.

Um mit Hülfe der Säule diese Substanzen darzustellen, bedient man sich einer sehr breit- und vielplattigen, mittelst eines Gemisches von Kochsalz und Salmiaklösung gebauten Säule, deren eisernen (oder platinen) Zinkpoldrath, man in etwas gelinde angefeuchtetes, ätzendes, oder kohlensaures, oder auch mit anderen Säuren verbundenes Kali (oder Natron, oder Ammoniak, oder Baryt etc.), welches auf einem umgestürzten Kelchglase liegt, taucht, und nun die Kette mit dem Eisendrathe des Silberpols in der Weise schliefst, dafs das Kali von dem letzteren Drathe ebenfalls berührt wird, jedoch zwischen beiden Dräthen eine vier Linie starke Kalischicht bleibt. Sehr bald bemerkt man am Hydrogendrathe kleine Quecksilber ähnliche, sehr glänzende, leichtbewegliche Kügelchen, die in der umgebenden Luft, vorzüglich wenn sie feucht ist, sehr bald, mit mehr oder minder lebhaf-

tem Geräusche wiederum zu Kali verbrennen, und deshalb schnell unter rectificirtes Bergöl gebracht werden müssen, wenn man sie aufbewahren will. Taf. I. Fig. 2. dies. B. stellt eine Vorrichtung dar, mit deren Hülfe die Darstellung des Kalium schon mit mässig starken Batterien gelingt; von der unteren, mit dem — Pol zu verbindenden Kupferplatte geht ein Kupferdrath durch den massiven Glasfufs bis zu der aufliegend befestigten kleinen Platinplatte b; ein Glascylinder c, (in welchem der obere Theil des Glasfufses eingeschliffen worden (so dafs der Cylinder von dem Fufse entfernt und das Platinplättchen bequem mit etwas feuchtem Aetzkali belegt werden kann) ist oben mit einem hölzernen Deckel d versehen, durch den ein starker Platindrath reicht, dessen unteres Ende an ein, auf das Plättchen des Fufses genau passendes zweites Platinplättchen befestigt ist. Beim Versuche schiebt man den Drath so weit hinunter, dafs sein Plättchen das Kali des gegenstehenden Plättchens berührt und verbindet dann das obere Ende des Platindraths mit dem + E Pol. SINGER (GILBERT's Ann. XLIV. 235 ff.) fand, dafs um andauernd starke chemische Wirkungen mit der Säule hervorzubringen, als feuchter Leiter die verdünnte Salzsäure vor allen übrigen Flüssigkeiten den Vorzug verdient. Für eine Trogbatterie von 200 Platten, jede zu 4 Quadratzoll Gegenfläche, Behufs der Alkalizersetzungen (S. 123) ist das beste Verhältnifs auf 7$^3/_4$ Pfund (1 Gallon) Wasser, 8 bis 10 Unzen conc. Salzsäure. Sind hingegen die Platten mehr grofsflächig oder ist die Summe der Paare grösser als die obige, so mufs die Flüssigkeit mehr verdünnt werden, weil sonst so grosse Hitze entsteht, dafs die Metallkügelchen im Augenblick ihres Erscheinens wieder verbrennen. (Um höchste Schmelzkraft herauszubringen, bediente sich S. hingegen eines Gemisches aus 1 Salpetersäure 10 Wasser und etwas Salz-

säure.) Er zieht dabei siberne Leiter denen von Platin vor, indem er mit — E Drath der Säule ein Silberplättchen oder einen silbernen Löffel verbindet, darauf ein nicht befeuchtetes Stückchen Kali legt und es dann mit dem Silberdrath des + E Draths berührt. Nach einer Minute erscheinen am Silberplättchen Metallkügelchen, von denen sich einige entzünden, die meisten aber durch die sich bildende Kalirinde gegen weitere Verbrennung geschützt werden. Sobald sie nicht mehr grösser werden, hebt man sie mit einer silbernen Messerspitze ab, sie eilig in ein Uhrglas voll Steinöl werfend. Erscheinen keine Kügelchen mehr, so lässt man den Apparat noch 5—10 Minuten lang geschlossen und hebt dann das Kalistück heraus; seine Unterfläche ist nun noch voll von Metallkügelchen, welche sich auf vorerwähnte Art fortnehmen lassen. Auf diese Weise hat S. mit einer Trogbatterie von 50 Paaren 4 Quadratzölliger Zinkkupferplatten, mit Scheidewänden aus Glas, so viel Kalium erhalten um damit dessen wichtigstes chemisches Verhalten nachweisen zu können. Eben so erhielt er mit derselben Batterie Amalgame der erdigen Alkalien und des Ammoniaks; s. weiter unten. Berührt man diese Metalle mit dem Hydrogendrathe unmittelbar, und nähert ihnen dann den herausgehobenen Oxygendrath, um die Säule zu schliessen, so geben sie röthliche Funken und verbrennen ebenfalls wiederum zu dem Alkali, das ihnen zur Basis diente. Statt des Eisens, können auch die übrigen Metalle zu Ketten schliessenden Dräthen bei diesen Vers. angewendet werden, mit Ausnahme des Tellurs, welches sich nach Ritter selbst hydrogenirt. Die Metalle (sonst auch wohl Metalloide genannt) besitzen ein (bei den verschiedenen Alkalien verschiedenes) sehr geringes eigene Gewicht, heifsen daher auch leichte Metalle, vergl. I. Bd. dies. Grund. S. 308, sind gewöhnlich mehr oder minder dickflüssig, können jedoch

auch (bei niederer Temperatur) fest dargestellt werden, verbrennen in trockner atmosphärischer Luft durch Erhitzung nur erst bei einer Temperatur die dem Rothglühen nahe kommt, hingegen in feuchter Luft, oder angehaucht, sehr schnell, mit Explosion und Flamme zu Alkali. (Brugnatelli wollte aus dem durch Verbrennung des Kalimetalloids gewonnenen reinem Kali, mittelst der Säule kein neues Metalloid haben entstehen sehen, und Curadau vermuthete, daſs ausser dem Wasserstoff, auch der Kohlenstoff fähig sey die Metalleität der Alkalien zu bewirken, aber nicht, indem diese Stoffe dem Kali Sauerstoff entzögen, sondern indem sie sich mit dem unzersetzten Kali verbänden.) Wirft man etwas Kalium ins Wasser, so steigen Wasserstoffgas Blasen auf, und das Wasser wird alkalisch; ein ähnlicher Erfolg tritt ein, wenn man das leichte Metall in wässrigem Weingeiste, Aether, ätherischem Oele etc. aufzubewahren gedenkt. Freie Säuren stellen damit nach vorangegangener Rückbildung zu Alkali, gewöhnlich Salze dar. Mit Schwefel, Phosphor und einigen Metallen, besonders mit dem Merkur (desgleichen mit dem Eisen, z. B. der Poldräthe) lassen sich die leichten Metalle verbinden; die letztere Verbindung lässt sich auf der Stelle (nach Seebecks Beob.) hervorbringen, wenn man z. B. das Kali nicht unmittelbar, sondern durch eine kleine Portion Merkur getrennt, mit dem Hydrogendrathe in leitende Verbindung setzt; das Merkur geräth in wirbelnde Bewegung und wird nach und nach steif, indem es ausgeschiedenes Kalimetall aufnimmt, und damit ein Amalgam darstellt. In Wasser geworfen wird dieses sehr bald zersetzt, indem es Wasserstoffgas entbindet, reines Merkur und Kalilösung zurückläſst. Als Gay-Lussac und Thenard das Kalimetall auf gewöhnlichem chemischen Wege darstellten, erhielten sie eine hinreichende Menge desselben, um Davy's frühere Behauptung: daſs die Me-

tall reducirte (von Sauerstoff befreite) Alkalien seyen, zu prüfen; aus ihren Versuchen schlossen sie, dafs jene Metalle nicht reducirte sondern hydrogenirte Alkalien seyen (vergl. oben), zugleich fanden sie aber, dafs namentlich das Kalimetall in Wasserstoffgas gebracht, noch eine Portion dieses Gases zu arsorbiren vermöge; wodurch es in eine weifslich graue feste Substanz verwandelt wird, aus der Merkur und Wasser, Wasserstoffgas abscheiden. (Ritter hegte eine ähnliche Vermuthung, und Ridolfi wollte vor einigen Jahren gefunden haben, dafs trocknes Alkali oder Erdenmetall in Sauerstoffgas verbrannt Wasser ausscheide; indefs fragt es sich ob R's Sauerstoffgas wasserfrei war? S. weiter unten Cap. VII. Gay-Cussac und Thenard sind jetzt der Davyschen Meinung beigetreten und betrachten die leichten Metalle als die Grundlagen der Alkalien und Erden. Im Sauerstoffgase brannte das Metall mit lebhafter Flamme (bei gewöhnlicher Temperatur) und wurde dadurch wie gewöhnlich zu Aetzkali. Im Salpetergase und Chlorgase erfolgte dasselbe; die Producte waren zum Theil salpetersaures und salzsaures Kali. Reines Salpetergas und oxydirtes Stickgas wurden durch das Metall zerlegt, reines Stickgas ausgeschieden und (wässriges) Aetzkali gebildet etc. Vergl. Gehlens J. f. Chemie, Phys. u. Miner. V. 703. ff. Nöthige Vorsicht bei der Bereitung und beim Herausnehmen der auf gewöhnlichem chemischen Wege gewonnenen leichten Metalle; Bucholz a. a. O. VII. 188. u. s. f. Als Davy und späterhin Graf Sternberg die Boraxsäure einer ähnlichen galv. Behandlung unterwarfen, wie zur Darstellung der Alkalimetalle erforderlich ist, erhielt er das Boron oder Bor, d. i. die Grundlage der Boraxsäure. Gay - Lusac und Thenard brachten im Verfolge ihrer Untersuchungen dieselbe Säure mit dem Kalimetall in chemische Berührung, und

erhielten ähnliche Ergebnisse. Aehnliche Versuche stellten sie in der Folge mit der Flufssäure und mit der Salzsäure an, von denen die erstere einige Veränderung in ihrer Mischung zu erleiden schien; s. Cap. VIII. Vergl. Gehlen a. a. O. VIII. 485. ff. und Gilberts Ann. XXX. 363. — Die Leichtentzündlichkeit der Alkalimetalle erregte in Ritter u. a. die Vermuthung, dafs die sogenannten Luftzünder (Pyrophore) so wie mehrere Selbstzünder ihre Fähigkeit sich von selbst, bei der Berührung feuchter Luft, zu entzünden, zum Theil einer geringen Beimischung von Alkali- oder Erdmetallen verdanken; vergl. Ritter in Gehlens Journ. a. a. O. V. 439. ff. Dahin gehörende Phänomene finden sich auch in Menge notirt in Kastners Beitr. I. u. II. B. — An der dem Zinkpole während der Metallisirung ausgesetzten Alkalimasse, wollten einige Physiker Oxydation und Umwandelung in Säure (Salzsäure oder Salpetersäure) bewirkt haben; vergl. Gilberts Ann. XXIX u. XXX. u. Ritter a. a. O.

12) Die Leitung durch das Wasser wird stets — mehr oder minder bemerkbar durch electr. Vertheilung begründet (vergl. oben). Daher sah Biot die Zinkplatten an der wasserhaltigen Tuchscheibe diesseits oxydirt, während jenseits das Oxyd wieder reducirt wurde. (Vergl. Pfaff und Friedlaender franz. Annal. I. B. S. 143) Winterl sah Kupfer auf der ersteren Seite minder, auf der andern stärker oxydirt. (Vergl. Materialien a. a. O. S. 196, in der Note.) Vergl. auch Bucholz in Gehlens J. f. Chem. Phys. und Miner. VII. 736. Das Wasser wirkt hier also in einer Scheibe mit derselben Energie, als beide Platten vereint; itzt jene vertheilende Wirknng des Wassers noch durch Salze gestärkt, so ist es oftmals fähig die Pole der Säule umgekehrt darzustellen; daher sah Davy (a. a. O. B. III. S. 177) bei einer Säule aus Kupfer und Eisen, also nicht sehr differirenden

Metallen, die Pole, welche sie mit reinem Wasser zeigte, umtauschen, wenn jenes Wasser schwefelsaures Kali gelöst enthielt. — Uebrigens läfst sich eine ähnliche Polaritätsänderung durch Verwechselung der beiden heterogenen, die beiden Enden der Säule schliessenden Metallplatten bewirken, vergl. §. 121. Bem. 10. So wie hier der eigenthümliche Werth der verwechselten Metalle eine Totaländerung des ganzen electrischen Verhältnisses der Säule bewirkt, so tritt umgekehrt auch der entgegengesetzte Fall ein, bei verschiedenen Metallen von einem und demselben nur graduell verschiedenem Werthe ausser der Kette. So erscheint z. B. das Eisen mit Silber als basisches Metall, und wird in der Kette oxydirt, während das Silber-Hydrogengas entwickelt, nimmt man aber statt des Silbers Zink, so erhält das Eisen den electr. Werth des Silbers, und giebt Hydrogengas, während das Zink oxydirt wird. (Man vergl. hiermit Ritters oben angeführte Spannungsreihe der Leiter und Isolatoren.)

13) Nach Volta (Ritters Beitr. I. 205.) erhöht Wärme die Fähigkeit des Wassers zu leiten; van Marums Bemerk. dafs mit heisser Salmiaklösung gebaute vielschichtige Säulen, geringer wirken, als wenn die Salmiaklösung kalt war (Voigts Mag. III. 751) ist nur scheinbar richtig, und erklärt sich nach Ritter (a. a. O. IV. 599.) daraus, dafs die stärkere Wirkung jener Säule schon während des Aufbauens nachläfst. Eine Vorstellung über die Stärke der galvan. Leitung des Wassers erhält man, wenn man die Pole schliessende Wasserschicht sehr ausdehnt; dahin gehören Gmelins Beob. (Crells Ann. 1803. I. 151.), in denen eine 36 Fufs lange Wasserfläche den Schlag der Säule zwar schwächte, aber ihre übrigen Wirkungen doch noch merklich zeigte. Erman wählte das unisolirte, freibewegliche Wasser der Havel bei Potsdam zu ähnlichen Vers., und sah die einfache Zink-

Silberkette, noch bei einer Wasserbogenlänge von 249 Fufs wirksam. BASSE in Hameln stellte 1803 ähnliche Vers. an; indem 500 Fufs lange, zwischen den Polen befindliche Wasserschichten, dennoch Wirkung dieser Pole auf das Wasser bemerken liessen. Dräthe, jeder 4000 Fufs lang, gaben einander genähert noch Funken. GILBERTS Ann. XIV. 26. 28. Hingegen durchdrang der Schlag der grofsen galvanischen Batterie, mit welcher die französ. Physiker experimentirten, kaum eine Reihe von fünf Personen, während bekanntlich der Schlag einer mäfsiggrofsen Leidner Flasche, eine beliebig lange Reihe von Menschen mit gleicher Stärke durchzuckt; GILBERTS Ann. XXXII. 51 u. XXXVIII. 156. Auch hat man mittelst galv. Batterien noch kein gröfsres Thier getödtet.

14) Bei jeder Säule, scheinen die Maxima ihrer einzelnen Wirkungen an gewisse Lagenzahlen gebunden zu seyn, und nach RITTER würden nur dann alle Wirkungen ihr Maximum bei einer und derselben Lagenzahl haben, wenn alle Bogen der Säule gleich gut leiteten; vergl. dessen Abh. III. 369. ff. Bei einer mit der §. 121. N. 3. angeführten Lauge gebauten, 1000 schichtigen Kupfer-Zinksäule fand er das Maximum der Verbrennung bei 200—300 Lagen, über die hinaus der Funke an Energie verliert; das Maximum der chemisch-zerlegenden Wirkung bei 600; das des Schlages nirgends, sondern die Heftigkeit desselben wächst stets, hinauf bis 1000. — Hat die Säule irgend eine Wirkung gezeigt, so ist sie für eine kurze Zeit erschöpft; je schwächer die Säule im Ganzen wirkt, um so längere Zeit bedarf sie, um zu neuen Wirkungen fähig zu seyn. Mit dieser momentanen Verminderung der Action, hört auch das Knistern und der eigenthümliche Metallgeruch vielschichtiger Säulen, eine Zeit hindurch auf. Erschöpfte Säulen, wirken nach v. ARNIMS, RITTERS u. a. Beob., zur Zeit eines Gewitters, von

neuem und stärker. — Der Letztere glaubte auch bemerkt zu haben, dafs frei bewegliche, horizontal schwebende Volta'sche Säulen, eine den magnetischen Polen der Erde entsprechende Stellung annehmen; Erman und Hatchett (Gilberts Ann. XXIX. 98.) sahen indefs diese Beob. bei der Wiederholung der R.schen Vers. sich nicht bestätigen; s. weiter unten, Abschnitt E. Eben so hat sich bis jetzt auch die Bucholzische Bemerkung (Trommsdorfs Geschichte des Galv. S. 199) noch nicht bestätigt, dafs die Pole der Säule eine gewisse Wirkungsweite haben, in deren Brennpuncten sie mehr wirken, als näher oder ferner.

15) Nach Ritter findet eine vollkommene Schliessung der Säule nur dann Statt, wenn der schliessende Leiter an allen Gliedern der Säule vollkommen anliegt. Bei schwacher Spannung und rascher dauernder Succession der Spannung, sollen besser leitende Flüssigkeiten grössere Producte gewähren; bei starker Spannung von nicht rascher und nicht anhaltender Succession, sollen hingegen schlechte Leiter bessere Dienste thun, als gute Leiter, und grössere chemische Producte geben. Für den ersteren Fall gewährt eine mit Salmiaklösung gebaute, aus wenig Lagen bestehende, für den letzteren eine mit Wasser gebaute vielschichtige Säule ein Beispiel. Nach R. fallen die Schläge einer Säule stärker aus, wenn man den Zinkpol mit einer mit Zink armirten feuchten Hand, den Silberpol mit einer mit Silber oder Platin armirten feuchten Hand schliefst, als umgekehrt; und nach demselben Beobachter soll eigentlich jede galv. wirksame Kette; aus vier Gliedern bestehen (vergl. §. 115, N. 1.) Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Mineral. IV. 639; und C. H. Pfaff versichert, dafs die Schwefelleber (Schwefelalkali) gerade so wie die Metalle mit blossen feuchten Leitern zu eigentlichen Säulen verbunden wer-

den kann (Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Mineral. V. 108.). womit oben S. 492 zu vergleichen ist.

16) Nach Ritter sollen einzelne Magnete, abwechselnd mit Wasser gelegt wie zwei verschiedene Metalle wirken, und so will er, die von den Polen der einzelnen Magnete gesammelte Electricität am Electrometer merkbar gemacht haben; vergl. §. 107. N. 6. R's Versuchen gemäfs soll am magnetischen Eisen der Südpol + E und der Nordpol — E, am magnetischen Stahle hingegen, der Nordpol + E und der Südpol — E zeigen, weshalb der Südpol des magnetischen Eisens oxydirbarer als der des Stahls, und der Nordpol des magnetischen Stahls oxydirbarer als der des Eisens sey etc. Vergl. Intellig. Bl. d. Jen. Allg. Litter. Zeit. d. 5. Februar 1806. s. weit. unten Abschnit E.

17) Die grofse Geschwindigkeit, mit welcher sich die Wirkungen der Volta'ischen Batterie fortpflanzen, veranlafste v. Sömmering zur Erfindung des electrischen Telegraphen, der jedoch nur für mäfsige Fernen anwendbar zu seyn scheint. Schweigers Journ. XV. 494. Verbindung mit den Leitungsapparate des Gaslichts; XVII. 377. Unanwendbarkeit für grofse Fernen; Gilberts Ann. XXXIX. 1.6. 478. Ueber Reusser's electr. Telegraph; Lichtenbergs u. Voigts Mag. IV. 1 St. 183. XI. 4 St. 61.

18) De Luc brachte einen Metalldrath in die Mitte des zwischen beiden Poldräthen befindlichen Wassers, während er mittelst einer besondern Vorrichtung den electrischen Zustand, sowohl dieses Mitteldraths, als auch der beiden Poldräthe, jeder Zeit zu erforschen vermochte. Der erstere war neutral, wenn der eine Poldrath — E, der andere + E zeigte, gab aber dennoch an seinem einen Ende Sauerstofgas, am andern Wasserstofgas, und fuhr beide Gase zu geben auch dann fort, wenn er positiv gemacht, und dagegen der positive Pol-

drath neutral, oder wenn er negativ geladen, u. statt dessen der negative Poldrath neutral geworden war; SINGER a. a. O. 233—235. Es war mithin der mittlere Drath ein Aequivalent des Glases der Leidener Flasche, nur mit dem Unterschiede dafs sein magnetisch-electrischer Zustand (I. S. 489) mittelst electrischer Erregung auch das chemische Gleichgewicht des flüssigen Leiters aufzuheben vermochte.

19) HUMPHRY DAVY versah die Poldräthe der ihm zu Gebothe stehenden, aus 2000 Plattenpaaren bestehenden Batterie (oben S. 122) mit Kohlenspitzen und näherte darauf beide einander; aber erst bei $^1/_{30}$ bis $^1/_{40}$ engl. Zoll Näherung zeigte sich electrisches Licht; als dann aber die Spitzen durchgängig glühten, so bildete sich zwischen ihnen ein anhaltender Lichtstrohm, der durch weitere bis auf 4 Zoll reichende Entfernung der Spitzen voneinander die Gestalt eines in der Mitte breiten, gegen die Kohlenspitzen schmal zulaufenden Bogens annahm, heftige Hitze entwickelte, und jede in ihn gebrachte brennbare Substanz augenblicklich entzündete. Diamantstückchen u. Graphit verschwanden, indem sie ohne merkbare Schmelzung zu verdunsten schienen, auch selbst, wenn sie von der verdünnten Luft eines ausgepumpten Recipienten, in welcher der Lichtbogen bis auf 7 Zoll verlängert werden konnte, umgeben waren. Dicke Platindräthe flossen in diesem Bogen zu grofsen Kügelchen, und Sapphir, Quarz, Talk und selbst der sonst so höchst strengflüssige Kalk kamen darin zum fliessen. Taucht man die Kohlenspitzen in Oel, oder in Weingeist, Aether, oder in Naptha, ohne sie auf die Oberfläche zu bringen, so erfolgte keine Entzündung, sondern chemische Zersetzung der genannten Flüssigkeiten (vergl. oben S. 108) liefs man statt der Kohlenspitzen feine Metalldräthe als Polenden in irgend eine nässende Flüssigkeit, ohne dafs sie sich darin berührten,

so brachten sie dieselben ins Sieden. SINGER a. a. O. 252. St. 20). Spannt man einen feinen Platindrath in einen auf der Luftpumpe stehenden Recipienten, und bringt ihn durch Verbindung mit den Polen einer hinlänglich wirksamen Batterie zum Rothglühen, so nimmt sein Licht an Lebhaftigkeit zu, in dem Maafse wie die Luft verdünnt wird, bis er endlich weifs glüht. Läfst man darauf wieder Luft in den Recipienten treten, so wird er wieder dunkler u. endlich so dunkelglühend, wie er beim Anfange des Versuchs war. Erneuerte Luftverdünnung erhöht wieder seine Gluth, während abermalige Luftverdichtung das Leuchten wiederum mäfsigt. Mehrmals solchem Wechsel der Luftdichte unterworfen, mindert sich nach und nach die Intensität der Leuchtung mehr und mehr. A. a. O. 256.

20) SINGER (a. a. O.) setzte einen dergleichen Platindrath in Wasserstoffgas mit den Polenden der starken Batterie in Verbindung; augenblichlich zersplitterte der Drath in eine Menge feiner Fasern. (Oftmals sah ich zu Kettenschliessungen gebrauchte Platin und Golddräthe sehr spröde und gebrechlich werden, ohngeachtet ihr Glanz geblieben war. Die schliefsenden Flüssigkeiten enthielten hiebei keine merkbare Menge von Chlor.) Füllte man in dem oben beschriebenem Versuche den ausgepumpten Recipienten mit Schwefelwasserstoffgas und liefs dann von einer Kohlenspitze zur andern die electr. Funken durch das Gas schlagen, so zerfiel es unter lebhaftem Lichtglanze in die Innenwände des Ballons bestäubenden Schwefel und Wasserstoffgas. Aenliches Verhalten zeigten Phosphorwasserstoffgas (unter Fällung von Phosphor) und Arsenikwasserstoffgas (unter Abscheidung von metallischem Arsenik) A. a. O.

21) CHILDERN wiederhohlte mit seinem Apparate (S. 85) auch die Reductionsversuche der Alkalien; trocknes

Aetzkali zwischen zwei Kohlenstückchen in den Kreis der Batterie gebracht und dadurch einer sehr starken Hitze ausgesetzt, schmolz und schien sich zu zersetzen, indem es lebhaft purpurrothe, dem verbrennenden Kalium ähnelnde Flammen verbreitete. War das Kali feucht, so erfolgte Wasserzersetzung. Ueber Reduction und Amalmagamation der Erden durch Davy, Berzelius, Pontin u. m. A. vergl. auch Singer a. a. S. 416. Aus dem mittelst des kohlensauren Ammoniaks u. laufenden Merkurs auf bemerkte Weise von Davy u. A. dargestellten, bleigrauen, vegetirenden, sehr lockeren Ammonium- oder Amoniakamalgam, hat man bis jetzt vergeblich versucht die angeblich metallische Grundlage des Ammoniaks (oder vielmehr des Stickstoffs) das Ammonium darzustellen. Indessen scheint in der That das Ammoniak als solches in diesem merkwürdigen Amalgame gegeben zu seyn, ohne zuvor Sauerstoff abgegeben zu haben; vergl. m. Einleit. in die neuere Chemie S. 418. Berzelius ist der ersteren Meinung, nennt das Ammoniak-Metall Nitricum u. nimmt an, dafs es im Ammoniak mit Sauerstoff u. Wasserstoff vereint sey, so dafs die Grundlage des Ammoniaks, nach Art jener der Alkaloide (Cap. VII. zusammengesetzt erscheine, und das Ammoniak selbst aus 36, o Nitricum 17, 4 Wasserstoff u. 46, 6 Sauerstoff, oder aus 1 Vol. Nitricum, 1 Vol Sauerstoff und 6 Vol. Wasserstoff, die zu 4 Vol. condensirt sind, bestehe, so dafs es 1/4 seines Volums Sauerstoff in Gasgehalt enthalte; Berzelius Lehrb. d. Chemie a. d. Schwed. über. v. Blöde I. 2te Abth. S. 491 u. f. — Ist im obigen Versuch am — E Pol statt des Merkur ein anderes festes Metall, so wird an ihm (Falls concent. Aetzammoniak die leitende Flüssigkeit zwischen beiden Poldräthen bildete) nur Wasserstoffgas, am + E Pol hingegen Stickgas frei, und war die Ammoniaklösung sehr verdünnt, so bleibt das Ammoniak,

während dem das Wasser zersetzt wird, ganz unzersetzt.

22) Childern brachte mittelst seiner starken Batterie sehr dünne Holzkohl-Streifen zum starken Rothglühen, tauchte sie dann, ohne sie von den Polenden zu trennen, in Stickgas (u. in einem andern Vers. in Chlorgas) vermochte aber keines dieser Gase zu zersetzen. — Als er hingegen auf das Merkur der mit den Polen der Batterie verbundenen Schalen (S. 102) oben ausgehölte Holzkohle legte, in deren Vertiefung zuvor im Kohlentiegel ausgeglühte Metalloxyde senkte und dann mit einem zweiten, (mittelst eines dicken Kupferdraths mit dem Merkur der Schale des Gegenpols in leitende Verbindung stehenden Kohlenstücks die Kette schlofs, so schmolzen Scheeloxyd (zu metallisch glänzenden graulich weifsen, dichten und sehr brüchigen Körnern) Tantalsäure (zu röthlich-gelben, sehr brüchigen Körnern) Uranoxyd (zur glanzlosen Masse) ebenso verhielt sich Titanoxyd, nur dafs es, stärker erhitzt, glänzende Funken sprühte. Demetriumoxyd flofs und brannte (zu Hyperoxyd? oder war es zuvor reducirt?) mit grofser lebhaftweisser Flamme, wobei sich ein Theil verflüchtigte; nachdem das geschmolzene Oxyd lange Zeit an der Luft gelegen, bildete es ein hellbraunes, viele kleine silberglänzende Theilchen enthaltendes Pulver, welches einen Phosphorwasserstoff ähnlichen Geruch verbreitete. Molybdänoxyd schmolz und reduzierte sich leicht, ein sehr brüchiges, stahlgraues Metall darstellend, welches bald purpurfarben anlief. Osmium haltiges Iridium flofs zu porösen, weissen, lebhaft glänzenden Kügelchen, von 18,68 Eigengewicht. Bittererde backte nur zusammen; norwegischer Zirkon schmolz unvollkommen; Rubin und Sapphir schmolzen nicht; blauer Spinell verschlakte; Quarz, Kieselschiefer und Graphit blieben unverändert und Gadolinit flofs zum Kügelchen.

Als CHILDERN in den Einschnitt eines weichen Eisendraths Demantpulver schüttete, es dann mit feinem Eisendrath fest umwickelte, darauf die ganze umwickelte Stelle mit Talkbutter überstrich, und also vorbereitet den Poldräthen seiner grossen Batterie preisgab, fand er nach 6 Minuten andauerndem Rothglühen, statt des verschwundenen Demantpulvers, die ganze innere Höhlungsfläche des Eiseneinschnitts voller kleiner, von Schmelzung zeugender Höhlen, und alle vom Demant berührt gewesenen Stellen in reinen, blasigen Stahl verwandelt, der bis zum Rothglühen erhitzt und dann in Wasser gelöscht, so erhärtete, daſs er Glas ritzte und der Feile widerstand.

23) Daſs auch das unzersetzte Wasser durch eine Thierblase, mittelst eines einzigen Metall-Paars, Zink und Silber, galvanisch hindurch bewegt werden könne, zeigte WOLLASTON bereits vor mehreren Jahren; GILBERT's Ann. XXXVI. S. 1. u. f. Vor einiger Zeit hat PORRET d. jüngere (vergl. a. a. O. LXVI. 272 u. f.) einen ähnlichen Versuch mittelst der galv. Batterie dargestellt. Er hatte eine Glasschale in zwei Hälften nach einem grössten Kreise zerschnitten, über die Ränder des Schnitt's der einen Hälfte eine Blase gespannt, beide Stücke dann wieder in ihrer ursprünglichen Lage aneinander gefügt, alles was von der Blase herausreichte weggeschnitten, und dann beide Schalenhälften wieder durch Siegellak mit einander verbunden, den äusseren Umriſs der Scheidewand damit überziehend; also vorbereitet stellte der Apparat eine durch eine Blasen-Scheidewand in in zwei Zellen getheilte Schale dar. Die eine dieser Zellen wurde mit Wasser gefüllt; aber selbst nach Verlauf mehrerer Stunden war davon nichts durch die Blase in die andere Zelle gedrungen. Er brachte nun auch einige Tropfen Wasser in die zweite, bis dahin leere Zelle, verband den + E Drath einer

Batterie von 80 quadratischen Platten-Paaren von $^5/_4$ Zoll Gegenfläche mit dem Wasser in der vollen Zelle und den — E Drath mit den wenigen Tropfen der anderen Zelle; es wurde wie gewöhnlich Wasser zersetzt, aber ausserdem auch, binnen weniger als $^1/_2$ Stunde, aus der vollen Zelle galvanisch soviel Wasser zur entgegengesetzten durchgeführt, dafs es in beiden Zellen im Niveau, und endlich $^3/_4$ Zoll höher in der des — E Draths als in der des + E Draths stand. (Ist der Südpol der Erde das — E Ende einer gröfsten galv. Batterie, zu dem vom + E Ende des Nordpols das Wasser galvanisch gezogen wird, oder haben die magnetischen Pole der Erde zum Wasser, so weit sie darauf electrisirend wirken, ein analoges Durchführungs nnd Fortbewegungs-Verhältnifs? Uebt die Erde einen ähnlichen Einflufs auf die Wanderungen der Zugfische, und ist die Durchdringung der Zellenwände der Organismen von galvanischen Ströhmungen abhängig?)

24) Leitet man den + E Poldrath der Säule in eine Schale mit sehr verdünnter Alkaliauflösung, den — E Drath in eine andere Schale mit sehr verdünnter Säure, und setzt nun beide Flüssigkeiten mittelst beider Hände (die linke Hand in die eine Schale, die rechte in die andre tauchend) in leitende Verbindung, so bemerkt man nach einer Stunde, dafs am — E Drath statt der Säure freies Alkali und am + E Drath statt des Alkali freie Säure gegeben ist. Aus ähnlichen, hieher gehörigen Beob. (z. B. mit reinem Wasser in beiden Schalen) glaube ich schliessen zu dürfen, dafs electrische Ueberführung chemisch wirksamer Potenzen auch durch den lebenden Körper möglich ist, und dafs demselben nur diejenigen Stoffe mittelst der Säule entzogen werden können, welche nicht in organischer Bewegung befangen, sondern als abgesonderte Massen (z. B. als podagraische

Concretionen etc.) darin vorkommen; vergl. mit Einleitung in d. Chemie S. 354.

25) Die electr. Anziehungen der Säulenelectricität sind dieselben, welche bei der gewöhnlichen Electric. vorkommen; rücksichtlich der Verbreitung der Electricität, oder der sogenannten electr. Atmosphären-Wirkung, hat VOLTA Beobachtungen gemacht, denen zu Folge, die Electr. sich nach dem umgekehrten Verhältniſs der Entfernungen, nicht der Quadrate derselben, verbreitet; was SIMON, RITTER und OERSTED bestätigten (GEHLENS Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 374.) u. womit COULOMBsche Gesetz (I. S. 482.) zu vergleichen ist. — BRANDE's Vers. über Flammen verbrennlicher Körper, welche zwischen zwei entgegengesetzt electrische Metallkugeln gebracht, der electrischen Natur der ihnen verflüchtigten Körper entsprechend von der einen oder von der andern angezogen werden; GILBERTS Ann. L. II. 372. Vergl. damit ERMAN's unipolar. Leiter, oben S. 13. Mittelst der VOLTA'schen Säule lassen sich Leidner Flaschen und Batterien laden, wenn man den Leiter vom Zinkpol an den inneren, den des Silberpols an den äusseren Beleg bringt. Vergl. CRUIKSHANK in GILBERTS Ann. VII. 195. HELLWICH ebend. 493. van MARUM ebend. X. 123. RITTER's Folgerungen die Identität der gewöhnlichen und der galv. Electricität betreffend, bei Gelegenheit ähnlicher Vers. ebend. XIII. 265. ff. Derselbe Physiker vermuthet, daſs die freie Electricität electrischer Fische, mit Hülfe einer grossen Batterie gesammelt werden könne; vergl. oben §. 120. N. 7.

26) Als SINGER mit einem aus 400 Plattenpaaren (das Paar zu 4 Quadratzoll Gegenflächen) bestehenden, Fluſswasser haltigem Trograpparate experimentirte, dessen Poldräthe sichtbar auf das Electrometer wirkten (ohne für sich einen verbrennlichen Körper zu entzünden) gelang es ihm, eine electrische Batte-

terie dergestalt durch die Poldräthe zu laden, dafs er mittelst denen ihr darauf entzogenen Funken Phosphor und Knallenmerkur zu entzünden im Stande war; a. a. O. 207. Hingegen vermochte CHILDERN mit seiner grofsplattigen, aus 40 Kupfer und 20 Zinkplatten (jede zu 6 engl. Fufs Länge und 2 Fufs 8 Zoll Breite) bestehenden, galv. Batterie, gemäfs ihrer geringen Zahl von Plattenpaaren, selbst während ihrer höchsten Wirksamkeit, keine Leidner Flasche zu laden; a. a. O.

27) Mehrere französ. Physiker, unter andern LAPLACE, COULOMB, HALLE, MONGE, BIOT etc. versuchten die VOLTA'sche Säule mathematischen Berechnungen zu unterwerfen; dasselbe that spaterhin auch GILBERT. In zwei Scheiben sey der Unterschied der Spannung = 2 b (= a); jede der isol. Platten S, Z, werde S = — b und Z = + b, oder wenn an Z oder S eine Ableitung ist, im ersten Falle Z = o, S = — 2 b und im anderen Z = + 2 b, S = o, so giebt es folgende Schemate, wo A, wenn Z ableitend, B wenn S ableitend und I das Mittel hiervon, wenn die Säule isolirt ist, so wie D wenn sie auf beiden Seiten völlig ableitend berührt wird, und mithin durchaus o erhält. b ist hierbei = 1 gesetzt.

	A.	B.	C.	D.
S =	— 6.	o.	— 3.	o.
Z =	— 4.	+ 2.	— 1.	o.
Fl.				
S =	— 4.	+ 2.	— 1.	o.
Z =	— 2.	+ 4.	+ 1.	o.
Fl.				
S =	— 2.	+ 4.	+ 1.	o.
Z =	o.	+ 6.	+ 2.	o.

Es sind diese Grundformeln der VOLTA'schen Ansicht der Electricitätserregung und Vertheilung gemäss entwickelt, und es lafst sich darnach die Stärke der Electricität, sowohl der obersten Zink, als auch der

untersten Silberplatte bestimmen, wie dieses Gilbert gezeigt hat; vergl. Trommsdorffs Gesch. d. Galvan. 194 — 197. Reinhold ebend. 230 — 239. In jeder galvanischen Kette oder Säule ist mithin, nach Volta, die grössere Anziehung des positiven Metall's z. B. des Zinks die Ursache der Störung des electrischen Gleichgewichts, und indem der feuchte Leiter des untersten oder ersten Paars dem Kupfer des nächsten Paars das vom Zinke des ersten Paars überkommene E zuleitet, gewährt er für diese Kupferplatte die Möglichkeit seiner ihm zugehörenden Zinkplatte noch einmal so viel E darzubieten, als er ohne diese Zuleitung vermocht hätte; es bildet sich demnach in der ungeschlossenen Säule ein electrischer Strohm vom Kupferpol zum Zinkpol, der bei geschlossener Kette, vom Zinkpol zum Kupferpol in sich selbst zurückkehrt und so eine Bewegung darbietet, ähnlich jener, wie sie im Kreislauf der Säfte der Organismen vorkommt. Nach der dualistischen Ansicht (z. B. H. Davy's u. A.) hat das Zink mehr Anziehung für + E, das Kupfer für — E; Berührung beider Metalle erhöht diese Anziehungen. Kommt ein feuchter Leiter hinzu, so wirkt die ihm nächste Platte auf das o E desselben zersetzend, und mehrt die Spannung für das nächste Paar, indem das Kupfer dieses nächsten Paars nicht nur durch sein Zink, sondern auch durch das ihm zugewendete + E des feuchten Leiters (welches durch den Gegenzug des — E desselben Leiters in Spannung erhalten bleibt, und daher mit dem — E des 2te Kupfers kein O E bildet) mittelst dessen Erregung (sog. Vertheilung) — E erhält, mit welchem es aber ebenfalls + E erzeugend auf sein Zink einwirkt, so dafs dieses in derselben Zeit 2 + E erhält, in welcher das Zink des 1sten Paares nur 1 + bekommt. Ist die Säule gebaut, so wirkt umgekehrt auch das Kupfer des letzten (obersten) Paars erregend auf das O E des feuchten Leiters, vermehrt dadurch (mittelst des-

sen entwickelten, dem Zinke zugewendeten — E) das + E im nächstunteren Zink und mithin auch das — E im denselben nächstunteren Paare u. s. f., so dafs die Spannungsgrösse der Zahl der einfachen Ketten, und die Capacität der Grössen der Oberflächen der Plattenpaare proportional ist, und die Spannung (Ladung) der letzten Kette im Verhältnifs des Quadrats des Zahlenausdrucks der Summe aller zur Säule gehörigen Einzelketten steht. Eine hievon etwas abweichende Ansicht habe ich in m. Grundzügen der Physik und Chemie S. 396—397 entwickelt. Vergl. auch damit Jaeger's Ansicht; Gilbert's Ann. XLIX 47. ff.

28) Schon bei den früheren Versuchen mit seiner Säule, beobachtete Volta, dafs ein nasser Papierstreifen, der mit seinen beiden Enden, die Pole der Säule berührt, eine Ladung erhält, die noch nach Entfernung des Streifens an der Säule fortdauert, auch fand er, dafs reines Wasser, in einer gekrümmten Röhre galvanisirt, in kurzer Zeit die Fähigkeit bekommt, in den Muskeln eines präparirten Frosches Contractionen zu bewirken; Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 122. Auch Gmelin sah Muskelcontractionen erfolgen, als er ein Froschpräparat mit dem Wasser in Berührung brachte, worin zuvor die beiden Poldräthe einer Säule wirksam gewesen waren; v. Crells Ann. 1803. I. 151. Ferner bemerkte Gautherot an den sammt den Wasser ausgehobenen (von der Säule getrennten) Poldräthen, einige Zeit hindurch noch Wirkungen, denen ähnlich, welche sie in ihrer vorigen Verbindung zeigten; nur mit dem Unterschiede, dafs die Schläge und das Funkengeben bald aufhörten, die Wirkung auf die Zunge aber noch lange nachblieb. Der Verfolg vorzüglich dieser Gautherot'schen Beob. führte Ritter zu der Erfindung einer Vorrichtung, die, nachdem sie eine Zeit hindurch in der Kette der Volta'schen Säule gestanden,

nach aufgehobener Verbindung mit dieser Säule dieselben Erscheinungen, wiewohl schwächer und von kürzerer Dauer gewährte, als die VOLTA'sche Säule selbst, und von RITTER Ladungssäule, von VOLTA u. a. secundäre Säule genannt wurde. Sie besteht aus abwechselnden Lagen eines Metalls (z. B. Kupfer) und reinen Wassers, mit welchem Pappscheiben getränkt sind. Vergl. VOIGTS Magaz. VI S. 115—129. 181 u. ff. VOLTA hat gegen diese Entdeckung verschiedene Einwürfe gemacht, und hält sie für unvollkommene gewöhnliche Säulen, indem er behauptet, dafs die Ladungssäule ihre Entstehung lediglich der electrometorischen Kraft der sauren und alkalischen Schichten verdanke, welche die Oberflächen des Leiters der ersten Klasse, der eine Zeitlang der gewöhnlichen Säule unterlegt wird, überziehen, und die aus der Zersetzung der Salze entstehen, welche gewöhnlich in der Flüssigkeit, die zu den Säulen gebraucht wird, enthalten sind. Vergl. VOLTA in GILBERTS Ann. XIX. 490. u. BRUGNATELLI in GEHLENS Journ. f. Chem. Phys. u. Mineral. VIII. 355. CONFIGLIACHI errichtete ähnliche Säulen aus den getrennten Organen des Zitterrochens; GEHLEN a. a. O. IV. 657. u. vergl. §. 120. N. 7. dieses Grundr. Noch gehören hieher ZAMBONI's zweielementige Säulen aus abwechselnd einem Metalle (z. B. Silberblättchen, Zinkblättchen) und einer feuchten, Wasserhaltigen Schicht. Vergl. GILBERT's Ann. LX. 151. f. u. oben S: 14. ZAMBONI's Becherapparat aus Wasser und Zinkblättchen mit breitem und spitzem Ende; GILBERT a. a. O. 162. CONFIGLIACHI's Zweifel an ihrer Wirklichkeit; ebendas. 191 u. f.

29) Ueber ROBERTSONS u. a. electr. Säure, über BRUGNATELLI's electr. Säure (Ossielettrico), über HILDEBRANDTS u. a. Meinung, dafs + E = freie Expansivkraft, — E = freie Compressivkraft sey; über LICHTENBERGS Vorschlag die Electricität aus Sauerstoff,

Wasserstoff und Wärme bestehen zu lassen (vergl. Vorrede zu ERXLEBENS Naturlehre 6te Aufl. und WINTERLS oben angeführte Ideen); über einen andern Vorschlag SCHELLINGS (den er jedoch in späteren Zeiten nicht weiter vertheidigt hat) die Electr. aus dem Sauerstoffe durch mechanische Zerlegung entstehen zu lassen; über die Meinung einiger Physiker, daſs jeder Körper eine eigenthümliche Electricität zu entwickeln vermöge, über die Vermuthung: daſs das Wasser selbst die Quelle der Electricität, oder wenigstens des electrischen Gegensatzes sey etc. mündlich. Entsteht Electricität (+E u. —E) wenn ungleiche Ziehungen auf dieselbe Wärme wirken, so daſs in der Wärme entsprechende Gegenziehung entwickelt wird, und dieselbe dadurch aufhört eine nur stralende, oder nur gewältigte (gebundene) Potenz zu seyn, und daſs hiernach die Entstehungsbeziehung der Wärme zur Electricität jener des Weiſslichts zum Farblicht ähnelt? Anm. zu meinen Grundzügen S. 310. — Ausser den angeführten Schriften vergl. man noch: J. F. ERDMANN Dissertat. utrum aqua electricitatem columnae a Cel. VOLTA inventae in elementa sua dissolvitur? Witemb. 1802. 4. F. G. GMELIN Diss. sist. observationes chemic. et physic. de electricitate et galvanismo. Tübing. 1802. — JUCHS Ideen zu einer Zoochemie. Erfurt 1800. 8. C. H. PFAFF, über die strengen Winter, vorzüglich des 18ten Jahrhunderts und der letzverflossenen strengen Winter von 1808 u. 1809. Kiel. 8. (Unter andern enthaltend einen Vers. die Entwickelungsepochen im Leben der Erde zu bestimmen; vergl. S. 114 dies. Grundr.)

Ausser den im Vorhergehenden bereits gedachten Physikern, die sich um den Galvanismus verdient gemacht haben, verdienen nebst mehreren Anderen noch genannt zu werden: BAGET, v. BARNEVELD, BRISSON, CURTET, CUVIER, DESMORTIERS,

Drechsler, Ebeling, Eichhoff, Flashoff, J. F. Gmelin, Grashoff, Grimm, W. Gruner, Harke, Hildebrand, Horkel, Huth, Jacobi, Klaproth, v. Klenau, Klinger, Kortum, Laplace, Landriani, Lehot, Leyterv, Lüdike, Marcus, Medger, Moyes, Müller, Neumann, Priestley, Remer, Schimming, Seyffert, Sprenger, Steffens, v. Tovast, Tourdes, Unger, Wolff, Wolcke etc.

D) Von den trocknen Säulen und deren Wirkungen.

§. 123.

Bald nach Erfindung der Volta'schen Säule zeigte Marechaux (Gilbert's Ann. XXII. 313. 318.) dafs eine Säule aus Zink, Kupfer und trocknem Makulaturpapier merklich auf sein Electrometer (I. S. 472) wirke, während doch sehr starke chemische Wirkungen gewährende, mit feuchten Leitern gebauete, Säulen am Electrometer nur schwache Spannung zu zeigen pflegen (oben S. 139). Etwas Aehnliches beobachtete Dykhoff (Voigt's Magazin IV. 6. S. 791) an einer Säule aus ungleichartigen Metallen und trocknen, durch zwischen liegende Glasstreifen zu Stande gebrachten Luftschichten; sie war bei feuchter Luft gänzlich unwirksam, und wirkte bei trockner Luft nur auf das Electrometer. Behrens (Gilbert's Ann. XXIII. 5.) setzte ähnliche Säulen aus Zink, Messig und heissem Feuerstein zusammen, und indem er lezteren mit Goldpapier vertauschte, bemerkte er, wie eine dergleichen trockne Säule, den feuchten Säulen ähnlich wirke, wenn das Goldpapier zuvor mit Salzwasser getränkt worden war; sie wirkte in diesem Falle so stark, als eine ebenso vielplat-

tige mit Wasser gebaute, VOLTA'sche Zink-Kupfersäule. Späterhin errichteten HATCETT und DESORMES trockne Säulen, indem sie die Stelle des feuchten Leiters durch Wachstuch, Papier, Leder etc. vertreten liessen und BIOT solche, in denen geschmolzener Salpeter die Stelle des fehlenden feuchten Leiters einnahm; s. Intelligenzbl. d. A. Lit. Zeit. 1802. Nr. 168. RITTER ebend. Nr. 193. ERMAN in GILBERTS Ann. XXV. 7. Auch stellte BEHRENS mit Hülfe von zwei seiner oben erwähnten Säulen ein, aus einem beweglichen Goldblättchen bestehendes, sog. Perpetuum mobile dar; a. a. O. XXIII. 5; Vorrichtungen, welche unter andern auch de Luc, während seines Aufenthalts in Berlin, nicht ganz unbekannt geblieben seyn dürften. Letzterem Physiker schien HUMPHRY DAVYS berühmte Abhandl. über die chemischen Wirkungen der Electricität (welche demselben 1807 den kleinen Preis des franz. Instituts erwarb) so gegen die Natur zu verstossen, dafs er sich entschloss, die Theorie der VOLTA'schen Säule seinen älteren Ansichten der Electricität entsprechend noch einmal umständlich darzustellen und auf neue überzeugende Versuche zu gründen; letztere leiteten ihn zur trocknen Säule und zur Erfindung seines atmosphärischen Electroskops. Der Gebrauch den de Luc von seinem Electroskop machte, stimmt ziemlich nahe zusammen mit jenem in MARECHAUX's Vers. mit dessen trocknen Säulen und Mikroelectrometer, zur Auffindung einer electrischen Ebbe nnd Fluth. De Luc's Abh. scheinen dem Prof. ZAMBONI in Verona die erste Veranlassung zu Versuchen mit trocknen Säulen gegeben zu ha-

ben; Dr. AZZALINI brachte ZAMBONI's trockne Säule nach München, sie der dortigen Akademie d. Wiss. vorzeigend, und späterhin (im Sommer 1814) nach London, wo aber damals bereits durch dergleichen Säulen zu Stande gebrachte Glockenspiele käuflich zu haben waren; vergl. GRENS Naturlehre 6te Aufl. S. 764. Anm. In Deutschland stellten bald darauf SCHULZE-MONTANUS, LUEDIKE, ERMAN, v. JAEGER, MUELLER, PFAFF, BECHSTEIN, SCHOLZ, SÖMMERING, EBERSBACH, SCHWEIGGER, v. BOHNENBERGER, P. HEINRICH u. m. A. durchgreiffende Versuche mit trocknen Säulen an, und SCHUEBLER u. von YELIN suchten dieselbe vorzüglich als metereologisches Werkzeug in Anwendung zu bringen; vergl. I. S. 453. und GILBERT's Ann. XXIII. 365. XLII. 35. 41. 47. 62. 67—100. 123. 181. 392. L. 87. 92. 214. 447. LI. 187. 195. 436. LII. 81—104. 108. LIII. 337. 346—358. LV. 165. 369—412. 472. LVIII. 342. GIESE's Bemerk. LIII. PARROT's Vers. und Bemerk. LX. 22. 31. 151 f. SCHWEIGGER's Journ. VII. 479. X. 129. XI. 16. XV. 112. 126. 132. 273. GRINDEL's Bemerk. ebendas. XV. 479. SCHUEBLER's Beob. XVI. 114. Ueber trockne Harzsäulen a. a. O. SINGER's hieher gehörige Vers. in dessen Elementen d. Electricität etc. übers. v. MUELLER. S. 280 f. v. BOHNENBERGER's Vers., vergl. Tübinger Blätter für Naturwissenschaft und Arzneikunde; II. I. St. S. 27 f.

§. 124.

XXXVII. Vers. Man leime unächtes Goldpapier mit seiner weissen Rückseite auf die weisse Rücksei-

te eben so grossen unächten Silberpapiers, trockne es und schlage oder schneide daraus einige tausend kleine, hinsichtlich ihrer Grösse übereinstimmende runde Scheiben, ziehe diese Scheiben, jede derselben in ihrem Mittelpunkte durchstechend, dergestallt auf einen trocknen seidenen gefirnifsten Faden auf, dafs sie einen Cylinder darstellen, in dessen Axe der Faden läuft, schiebe darauf diesen Cylinder in eine trockne Glasröhre, welche zuvor von Innen und von Aussen mit in Weingeist geschmolzenem Schellack oder Siegellack überzogen worden, presse die Scheiben fest ein und schliesse jedes ihrer Enden mit einer dünnen, ebenfalls einzuküttenden, an der Aussenseite mit einem Drathe versehenen Messingplatte, oder statt derselben mit einem, zuvor in Wachs ausgekochten, von einem bis zum Metallpapier hindurch reichenden Drathe durchbohrten Korkstöpsel. Hat man hiezu 2000 Doppelscheiben — jede von 3 pariser Linien Durchmesser — angewendet, und dieselben genau so übereinander geschichtet, dafs stets die metallisch ungleichen Gegenflächen (also nie Gold und Gold, oder Silber und Silber, sondern stets Gold und Silber) sich berühren, so entströhmen den beiden Poldräthen dieser trocknen Säule stets gleich grosse Mengen ungleichnamiger Electricitäten, falls dieselbe isolirt war; bringt man hingegen den einen der Pole in ableitende (die leitende Verbindung mit der Erde herstellende) Berührung, so zeigt der entgegengesetzte Pol das Doppelte seiner früheren Electricität, und verbindet man mehrere dergleichen trockne Säulen zu einer grösseren (vielplattigeren) so ist die electri-

sche Spannung dieser grösseren Säule stets proportionirt der Anzahl ihrer Plattenpaare; v. Bohnenberger a. a. O.

Bemerk. 1) v. Bohnenberger fand ferner, dafs die electrische Spannung der trocknen Säule zunächst nur von der Anzahl, nicht von der Grösse der Scheibenpaare abhänge, dafs sich aber sehr beträchtliche Unterschiede in den Zeiten zeigen, welche trockne Säulen, aus Scheiben von verschiedener Grösse bestehend, nöthig haben, um dem Electrometer die volle Spannung, welche sie hervorzubringen fähig sind, mitzutheilen. Auch ertheilten die trocknen Säulen in v. B.'s Vers. einer Leidner Flasche den höchsten Grad von Spannung nur nach und nach, mit abnehmender Geschwindigkeit, während dieses bei Volta'schen Säulen augenblicklich erfolgt. — Singer lud mit seiner grossen trocknen Säule aus 20000 Scheiben Silber, Zink und Schreibpapier, welche am Electrometer starke Divergenz zeigte und Funken, aber keine chemische Wirkungen gab, eine Leidner Flasche von 50 Quadratzoll Beleg binnen 10 Minuten; der Funken dieser Flasche durchlöcherte dickes Zeichenpapier, aber keine Karte.

2) Man nennt die trocknen Säulen auch de Lüc'sche, oder electrische, oder gewönhlicher: Zamboni'sche Säulen, oder auch Luft-Electroscope. De Luc erbaute dieselben anfänglich aus abwechselnd übereinander geschichteten Scheiben von verzinntem Eisenblech und holländischem Goldblattpapier; Zamboni überstrich in gleicher Absicht ungeleimtes Silberpapier auf der Rückseite mit Honig und Baumöl, bepuderte dann diese feuchte Seite mit feingepulvertem schwarzem Manganoxyd, schlofs Säulen von 2000 dergleichen Scheiben in Glasröhren fest ein, und gofs die Zwischenräume mit Wachs und Terpentin (oder

statt dessen auch mit Harz oder Pech) aus. Späterhin feuchtete er die Rückseite des Silberpapiers mit einer starken wäſsrigen Lösung des schwefelsauren Zinks, trocknete sie dann an der Sonne, überstäubte sie mit Manganoxyd und rieb dasselbe vor dem Aufschichten stark ein. Zwei dergleichen Säulen auf einem Brette so nebeneinander in senkrechter Stellung befestigt, daſs ihre ungleichnamigen Pole oben (gegen 4 Zoll) von einander abstanden, setzten ein zwischen beiden Polen schwebendes Pendel in lebhafte Oscillation. Ueber de Luc's hieher gehöriges Kupferpendel; Gren und Singer a. a. O. Späterhin hat man diese Pendelvorrichtung auf mannigfache Weise abgeändert und verbessert; Gilbert's Ann. XLIX. 42. 100. 127. 113. 183. LI. 78. In Deutschland verbanden Ramis in München, Buzengeiger in Tübingen, Hoffmann und Klingert in Breslau die trockne Säule mit einem Uhrwerk und nannten diese Vorrichtung: electrische Uhren; a. a. O. LI. 188 u. LIII. 339. v. Bohnenberger erhöhete durch Anwendung von zwei kleinen trocknen Säulen die Empfindlichkeit des Blattgoldelectrometers, und bewirkte dadurch zugleich die Möglichkeit: bei jedem electrometrischen Versuche gleichzeitig zu sehen, mit welcher Electricität man es zu thun habe; mit dem + E oder — E; vergl. I. S. 472 dies. Grundr.

3) v. Jaeger benutzte zuerst zusammengeleimtes Gold- und Silberpapier; eine Säule von 12000 dergl. Scheibenpaare, jedes von 3 1/3 Quadr. Zoll Fläche, gab Funken und chemische Wirkung. v. J. suchte zu zeigen, daſs es electrisch wirksame Säulen gebe, welche gar nicht leiten, sondern in ihren Elementen nur vertheilende Gemeinschaft haben; Gilbert's Ann. LII. 81. Pfaff's Einwürfe dagegen; ebendas. S. 108 u. LI. 436. v. Jaeger's Vers. einer Vergleichung des Turmalin's mit den trocknen electrischen Säulen; a. a. O. LV. 369. ff. Bechstein's

20000 Scheibenpaare aus Gold- und Silberpapier enthaltende Säule, von denen jedes Paar 16 Quadratzoll Fläche hatte, gab mit sichtbaren Funken verbundene Pendelschläge.

4) Aus v. Jaeger's u. A. Vers. schien zu folgen, daſs in den früheren Vers. mit trocknen Säulen, darum die chemischen Wirkungen ausblieben, weil die durch die Poldräthe solcher Säulen zu zersetzenden feuchten Leiter (welche als solche die Kette schliessen) die Electricitäten der Pole schneller abführen, als sie ihnen aus der Säule zugeführt werden (vergl. S. 141) v. Bohnenberger prüfte diese Folgerung auf dem Wege des Experiments mit einer trocknen Säule von 96 gut getrockneten Gold-Silberpapier-Scheibenpaaren von 36 Quadratzoll Gegenfläche, indem er die Pole mit in Glasröhren eingeschlossenen Platindräthen verband, welche mit einem Wasserzersetzungsapparat in Verbindung standen. Es kamen sogleich an den Drathenden Gasbläschen zum Vorschein, häuften sich jedoch nur langsam. Nach Ablauf von 8 Tagen gab die Säule noch Gas, ohne daſs sie im Inneren Oxydation erlitten hatte, wie letzteres das Auseinandernehmen derselben darthat. Eine dergleichen Säule von 1800 Scheibenpaaren gab einen ununterbrochenen Gasstrom (ein immerwährendes Zersetzungs-Laboratorium darstellend, das, im grösserem Maaſsstabe ausgeführt, selbst in technischer Hinsicht für Salzzersetzungen vortheilhaft werden dürfte?) und ähnliche Erschütterungen, als eine nasse, mit wäſsrigen Tuchscheiben gebaute Säule von 100 zweizölligen Zink-Kupferplatten gegeben haben würde. Eine Leidner Flasche wurde von dieser letzteren Säule nicht viel schneller geladen, als von der trocknen. Ebersbach verband vier Säulen, jede zu 3000 Scheiben zu einer Säule, und erhielt ebenfalls Funken und chemische Wirkungen.

5) Die Geschwindigkeiten, womit sich trockne Säulen, die blos in der Grösse der Platten von einander abweichen, laden und einem Condensator oder einer Leidner Flasche eine ihrer Ladungsstärke entsprechende Spannung mittheilen, sind dem Flächeninhalt einer der Platten nahe proportional, und es stehen mithin die dazu erforderlichen Zeiten im umgekehrten Verhältnifs dieser Flächen. v. Bohnenberger a. a. O. u. Gilbert's Ann. LIII. 359.

6) Die Geschwindigkeit der Ladung solcher Säulen, deren Electrometore durch Papier von einander getrennt sind, welches blos mit thierischem Leim bestrichen oder damit getränkt ist, wird durch das Austrocknen in der Wärme vermindert, und durch die Feuchtigkeit vergrössert; a. a. O. Hiemit stimmen auch Parrot's Beobachtungen überein; a. a. O. LV. 165. 197. Indefs wirkt auch die vollkommen ausgetrocknete Säule der Art noch auf das Behrens'sche oder v. Bohnenberger'sche Electrometer, ohngeachtet sie weder eine Leidner Flasche noch einen Condensator zu laden vermag. Vergl. auch v. Jaeger's hieher gehörige Bemerk. a. a. O. LII. 81.

7) Säulen mit harzigen Zwischenkörpern laden sich nach v. B. desto geschwinder, je mehr sie erwärmt werden (d. h. je mehr ihre Leitungsgüte zunimmt) wenigstens so lange die Wärme nicht über die Siedhitze steigt, und sie behalten diese Eigenschaft, wenn auch durch anhaltende Erhitzung die Feuchtigkeit so viel als möglich entfernt, und durch einen harzigen Ueberzug der Hinzutritt neuer Feuchtigkeit verhindert wird; v. Bohnenberger a. a. O. (Auch die mit Zwischenlagen von Glas gebauten Säulen nehmen erwärmt an Wirksamkeit zu.)

8) v. Bohnenberger versichert an nicht in Glasröhren geschlossenen sondern nur mittelst gefirnifster Seidenfäden zusammenhaltenden, der Luftberührung

ungehindert preisgegebenen Säulen bei jeder Witterung und zu jeder Tageszeit immer einerlei Divergenz des Electrometers beobachtet zu haben. Dagegen errege in der Glasröhre sowohl die an den Innenwänden hängen gebliebene Electricität, als auch die Feuchtigkeit Unregelmässigkeiten. Wärme trocknet die Glasröhren von Aussen und macht sie besser isoliren, da dann die in ihr eingeschlossene Säule sich besser ladet. Auch können die eingeschlossenen Säulen nicht so leicht austrocknen (aber einmal ausgetrocknet auch nicht wieder Luftfeuchte anziehen) und die Wärme schien, wenn zu schnelles Austrocknen verhindert worden, die Ladungsgeschwindigkeit der feuchten Säule ebenso zu beschleunigen, als solches bei den Harzsäulen der Fall ist. Die beständigen Veränderungen in der Anzahl der Schwingungen des Zambonischen Pendels sein aus diesen Unregelmäſsigkeiten begreiflich, und bedingt von der Wärme und von dem verschiedenen Grade der Lufttrockniſs; v. B. a. a. O. Uebrigens entladen sich nach v. B. dergleichen Säulen vollständiger durch lang andauernde gegenseitige Berührung ihrer eigenen Pole, und brauchen daher auch mehr Zeit zur Wiederladung, als wenn man nur einen kleinen Condensator mit ihnen geladen hatte; wie man denn auch dann stärckere Funken als bei unmittelbarer Berührung einer trocknen Säule erhält, wenn man einen gut isolirten Leiter mit ihr ladet, und aus diesem, nach der Entfernung der Säule, den Funken zieht.

9) Der ganze Unterschied nasser und trockner Säulen scheint v. B. blos in der Geschwindigkeit ihrer Ladung zu liegen, die aber nicht in der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Zwischenkörper ihren Grund haben könne, weil gefirniſstes und mit Leinöl getränktes Papier sehr gut isoliren, so lange es nicht über 80° hinaus erhitzt werde. Die Oxyda-

tion, welche bei nassen Säulen statt finde, scheine die Geschwindigkeit der Ladung und die chemische Wirksamkeit der nassen Säule zu vergrössern; a. a. O. Wie mit Hülfe der trocknen Säule VOLTA's Fundamental-Versuch (vergl. oben S. 2 u. ff.) nebst anderen electrischen Bestimmungen leicht bewirkt werden können; GILBERT's Ann. S. 365. Ebendaselbst S. 363 ein einfaches Mittel, die Verstärkungszahl eines gegebenen Condensators der Electricität zu finden. (Ebenfalls durch Beihülfe der trocknen Säule.)

10) HOFFMANN's und KLINGERT's Säulen (a. a. O. LIII. 337 u. MÜLLER bei SINGER a. a. O. 493) wirkte im Frühling 1818 bereits seit 3 Jahren mit derselben Stärke, wie zur Zeit ihrer Errichtung. Jahreswechsel, Gewitter etc. hatten keinen Einfluſs darauf, so wie auch SCHÜBLER's Säule dieselbe Stärke auf dem Eismeer des Montblanc, wie bey Bey mehrere hundert Fuſs unter der Erde zeigte. Nur Vermehrung der Luftfeuchte, verlangsamte den Gang des Pendels der Säule um etwas; wahrscheinlich weil eine feuchte Luft die beiden Pole der Säule nicht so gut isolirt, als trockne Luft. HOFFMANN's Pendel war so gestellt, daſs es in einer Minute 15 Schwingungen machte; bei sehr feuchter Witterung machte es deren nur 13 1/2; bei sehr trockner 15 1/2. Der Funke, den das Pendel beim Anschlagen an die messingenen Kugeln der einen und an die Glocken der anderen gab, zeigte nie eine Verschiedenheit. Hingegen erzeugte die + E Kugel der hoffmannischen Säule, dort wo das Pendel anschlug, einen angelaufenen Fleck; wie denn auch die + E Glocke des klinger'schen Apparats durchaus angelaufen und oxydirt ist. Auch SÖMMERING beobachtete an der Säule Luftzersetzungs-Wirkungen und SCHÜBLER sah Lichtenberg'sche Staubfiguren sich bilden; SCHWEIGGER's Journ. XVI. 111. 493.

11) Ueber Zamboni's Verticalpendel vergl auch: Kurze Erläuterung des zambonischen immerwährenden Electromotors von dem Ritter Azzalini etc. mit einem Steindrucke. München 1814. 8. Desgleichen v. Yelin's Beschreib. desselben Pendels mit Abbildung; im Anzeiger für Kunst und Gewerbfleiſs in Baiern. I. 1815. S. 30. — v. Yelin benutzte zu seinen Versuchen die beiden, von Ramis verfertigten, Säulen der Königl. Akad. d. Wiss. in München, deren Platten aus Kreisscheiben von 8 paris. Linien Durchmesser bestehen (Silberpapier auf der Rückseite mit Manganoxyd bedeckt) und deren jede Säule 5500 hat. Sie sind ausserhalb mit Harzfirniſs überzogen und jede ist ausserdem noch in eine 1 paris. Zoll weite, weiſse, an der Innenwand mit Sigellack überstrichene Glasröhre eingeschlossen, die unten in einem messingenen Fuſs und oben in einer messingene Kappe eingeküttet ist, von welcher auf einem kurzen, zum Abschrauben eingerichteten Halse eine glatt polierte Messingkugel von 9½ paris. Linien Durchmesser hervorragt. Beide Endplatten der Säule sind durch messingene, federnde Dräthe mit den Fassungen der äussern Glasröhre in guter Verbindung, und die Säulen sind also gestellt, daſs der Kopf der einen das + E, der der anderen das — E angiebt. Mit der Bodenplatte ableitend auf einen Tisch gestellt, gaben sie selbst im Sonnenlichte sichtbare Funken, welche mit hörbarem Laute auf 3 paris. Linien weit übersprangen, und im Finger stark empfunden wurden. Die Funken erschienen nach einer Pause von beiläufig ½ Minute wieder in ihrem Maximum, welcher Zeit sie bedurfte, um von einer derben Berührung an, ihre grösste Spannung wieder zu gewinnen. Eine ziemlich grosse kleistsche Flasche wurde von einer wie von der andern Säule, binnen 30 Sekunden so stark geladen, daſs sie starke Funken und Erschütterungen gab, die bis in die Brust gefühlt wurden.

Eine an einen 3 Fuſs langen Faden aufgehangene 3‴ groſse Kugel machte Tag und Nacht hindurch ununterbrochene Schwingungen, bei einem volle 12 Zoll betragendem Abstande der Säulenknöpfe, und ein vertical gehendes zambonisches Pendel von 81″ baier. oberer Schwingungshälfte blieb in ungestörter Thätigkeit, wenn auch die Sehne seines Schwingungsbogens seine ganze Länge übertraf. Und dieses bedeutenden electrischen Vermögens ungeachtet, gaben beide Säulen, weder einzeln noch verbunden, die mindeste Spur von chemischer Wirkung, selbst nicht bei Anwendung von Platindräthen von $^1/_{20}$‴ paris. Durchmesser (die nach van Marum's Verfahren, in spitzig zugezogene Thermometer-Röhren so eingeschmolzen waren, daſs sie eben nur mit der Spitze hervorragten. Auch vermochte v. Y. nicht mittelst der Knöpfe der Säulen auf irgend eine Art Lichtenberg'sche Figuren hervorzubringen. Um Ve*rsuche* über ihre Wirkung in verschiedenen Abstände*n an*zustellen, bediente sich v. Y. dazu theils des gewöhnlichen zambonischen Vertical-Pendels, theils des eigens dazu von ihm erfundenen unschweren H o r i z o n t a l - P e n d e l s (O s c i l l a t i o n s - L i b e l l e genannt) und eines eigenen D i s t a n z m e s s e r s. Die Beschreibung dieser Vers., so wie die der erwähnten Vorrichtungen, findet man in der S. 513–514 des I. Bd. dies. Grundr. angeführten Schrift. Diesen Versuchen gemäſs findet weder das Coulomb'sche noch das Simon'sche, sondern ein e i g e n e s, von beiden verschiedenes A n z i e h u n g s- und A b s t o s s u n g s - g e s e t z bei der trocknen Säule statt, wie Oerstedt bereits 1814 (Schweigger's Journ. XII. 106) vermuthete. Dieses Gesetz lautet: die electrische Fernenwirkung der trocknen Säule befolgt nicht des Gesetz der umgekehrten Entfernung in der 1sten und 2ten Potenz, sondern der E n t f e r n u n g in e i n e m u m g e k e h r t e n a r i t h m e t i s c h e n V e r h ä l t n i s s e

höherer und wenigstens 5ter Ordnung. (Auch über die Fernenwirkung des Magnet's will v. Yelin ein dem vorstehenden ähnliches Gesetz gefunden haben.) A. a. O. Im Allgemeinen, bemerkt v. Yelin, steigt die Wirksamkeit der Säule mit der höheren, und fällt dieselbe mit der niederen Temperatur der umgebenden Luft; einmal im Steigen begriffen, fährt sie (mit ihren schlechten Wärmeleitern) noch zu sitegen fort, wenn sich die Temperatur der umgebenden Luft bereits um einige Grade vermindert hat, woraus folgt, dafs von einer und derselben Normaltemperatur der Luft und der Säule ausgehend, für einerlei Grad des Thermometers verschiedene Grade der Säulen-Intensität erhalten werden müssen; je nachdem die Temperatur im Steigen gen oder im Fallen begriffen ist, weil in beiden Fällen die Säule mit ihrer Wirksamkeit der Temperatur nachfolgt, und je nachdem die Erwärmung oder die Erkältung schneller oder langsamer geschieht, indem weder bei zu schneller Erwärmung noch Erkältung die Intensität der Säule mit der Temperatur gleichen Schritt zu halten vermag, sondern in dem einem wie in dem andern Falle, einen langsameren ruhigeren Gang beibehält, es sey denn, dafs die Temperatur selbst höchst langsam sich ändere.

12) Die Aenderung des atmosphärischen Feuchtigkeitszustandes zeigt übrigens nach v. Yelin die tr. Säule meistens früher an, als das empfindlichste Hygrometer und v. Yelin getraut sich in den meisten Fällen das Aufhören, oder den Anfang einer nassen Witterung wohl auf zwei Tage aus dem Gange seiner Säulen voraus zu sagen.

13) Wird, nach Schübler, die Säule isolirt in einer Luft aufgehängt, welche keine Electricität besitzt, so zeigen beide Pole (wie bei der isolirten Volta'schen Säule) gleich viel + E und — E; z. B. + 20 E u. — 10 E°. Wird der + E Pol mit dem Boden in lei-

tende Verbindung gesetzt, so zeigt der — E Pol 20°. Wird dem + E Pol — 10° zugeführt; so zeigt der — E Pol = 30 E. Wird hingegen dem + E Pol + 10° E zugeleitet, so zeigt der — E Pol nur — 10° E. (Vergl. oben S. 148). v. Yelin fand dieses im Ganzen bestätigt und ausserdem noch gegen Schübler (s. oben S. 154): dafs Gewitter und überhaupt Luftelectricität allerdings auf die trockne Säule einen Einflufs haben, der weder der Wärme noch der Feuchte der Luft zuzuschreiben ist, und der vielleicht in Schueler's Beob. unbemerkt blieb, weil dessen Säule zu unempfindlich gegen die äusseren electrischen Einflüsse war —; wie sie denn bereits nach 5 Monaten gegen 1/5tel ihrer anfänglichen Stärke verlohren hatte; v. Yelin a. a. O. und Schweigger's Journ. XV. 131.

E) Von dem electro-chemischen Magnetismus, oder von dem Siderismus.

§. 125.

Schon William Gilbert vermuthete Uebereinstimmung in den Gründen der electrischen und magmagnetischen Erscheinungen (vergl. I. S. 441) aber beide Phänomene waren damals noch zu wenig genau erforscht, als dafs diese Vermuthung etwas mehr hätte seyn können, als ein durch die Vergleichung der allgemeinsten Eigenschaften des Eisen anziehenden Magnets und des leichte Körper anziehenden geriebenen Schwefels gewordenes Denkergebnifs. Späterhin brachten unter andern Franklin, Beccaria, (Rozier's Journ. IX. Mai 1777) u. van Swinden jene Vermuthung wieder zur Sprache, sich auf verschiedene Phänomene stützend, welche wenigstens

eine gewisse gegenseitige Entstehungsbeziehung beider Arten von Wirkungen nachzuweisen schienen; z. B. daſs Stahlstangen durch Blitz und starke Funken magnetisch werden; daſs die Magnetnadel unmittelbar nach einem Gewitter (also in dem zwischen der Erde und den Gewitterwolken geschlossenen electrischen Kreise) innerhalb anderthalb Stunden, in denen die Nadel nur 2 Min. hätte variiren sollen (Wallot's zu Paris 1783 den 3. Aug. angestellten Beobachtungen zufolge) bis auf 24 Min. variirte; und daſs Nordlichter ähnliche Einflüsse auf die Stellung der Nadel üben. Van Swinden stellte in seiner 1784 im Haag erschienenen Abh. über die Aehnlichkeit zwischen Electricität und Magnetismus, die meisten der hieher gehörigen Phänomene zusammen, aber ohne damit jene Aehnlichkeit zu rechtfertigen, die Franklin um jene Zeit geradezu für rein zufällig erklärte. Auch Ritter's spätere Angaben einer polarischen Unterordnung galvanischer Vorrichtungen, unter die Ziehbestimmungen des Erdmagnetismus (I. S. 419 u. oben S. 115) und des Zusammenhanges der Periode der magnetischen Variation mit jener der Nordlichter (der Feuerkugeln, Gewitter etc.) vergl. Ritter's Abh. III. S. 158—218, so wie der Electricitäts-Erregung durch Magnete (oben S. 16) schienen sich nicht zu bestätigen und die Hoffnung jenen Zusammenhang zu entdecken schwand mehr und mehr, als Oersted (Professor der Physik in Kopenhagen) während seiner Vorlesungen über Electricität und Magnetismus im Winter 1819—1820 Phänomene ent-

deckte, welche diesen Zusammenhang ausser allen Zweifel setzten. Zunächst betraff diese wichtige Entdeckung die Wirkungen des geschlossenen galvanisch-electrischen Kreises auf die Stellung der Magnetnadel; woraus sich unter andern ergab, daſs jeder Schliessungsdrath einer galvanischen Kette oder Säule, so lange + E u. — E beider Ketten- oder Säulenpole in demselben zusammenströmen (oder nach VOLTA: so lange durch denselben vom + E Pol zum entgegengesetzten — E Pol Electricität ströhmt; oben S. 141) magnetisch-wirksam ist, und daſs derselbe electrische Strom, wenn er in Eisen (Nickel, Kobalt) oder in dessen Nähe zum Kreisen gebracht werde, demselben dauernde Polarität und Magnetismus (I. S. 417) ertheile. Späterhin zeigte sich aber daſs diese Magnetisirung von der Electricitätserregung in der Kette, und mithin auch von der chemischen Wirksamkeit in derselben abhängig sey (so daſs die erstere wie die letztere dadurch gemessen werden können) und daſs sich ihre Wirksamkeit umgekehrt auf den Electricismus und Chemismus der electrisirbaren und mischbaren Substanzen erstrecke; Wirkungen, welche, indem sie die Hauptgewalten der Erdthätigkeit verschlungen darstellen, unter eine umfassende Benennung gebracht zu werden verdienen, nnd daher von uns, zum Unterschiede vom reinem Magnetismus, Electricismus uud Chemismus: Siderismus genannt werden.

BEMERK. 1) Hinsichtlich der älteren Beobachtungen erinnern wir hier nur noch an folgende: A. HEMMER's

Beob. zufolge änderte sich d. 22. October 1788 die Abweichung der Variationsnadel binnen 5 Min. von 19° 36′ bis 20° 45′ zur Zeit eines Nordlichts.

Mit der zunehmenden Stärke desselben liefs die Grösse der Abweichung nach; Lichtenberg's und Voigt's Mag. VII. 1 St, 159; ebend. Wallot's oben erwähnte Beob.; der Captain des engl Schiffs New-Duckenfield sah im December 1773, etwas südlich von der Insel Madera, plötzlich die sämmtlichen Nadeln seiner 7—8 Kompasse verschiedene, insgesammt falsche Richtungen annehmen; ein mit an Bord sich befindender Physiker rieth an: einen Eisendrath in Gestalt eines Ableiters von der Mastspitze ins Meer zu senken: sogleich erhielten alle Nadeln ihre vorige Stellung und Kraft wieder. Ueber Magnetismus durch Electrisiren findet man unter andern auch mehrere Beob. bei Dalibard, Wilke und van Marum; vergl. Roziers Journ. a. a, O u, oben I. S. 427. 439. 440, 449. u. 471. Vergl. auch Winkler's Beob. I. S, 502. — Ueber unsre früheren Bemerk. über den Zusammenhang des Magnetismus und der Electricität vergl. S. 449 ff.

2) Die Beobachtung jenes Schiffscapitains erinnert an das sog. Fixiren und Abstossen der Magnetnadel durch Electricität, I. S. 503 Bem. 12. Needham setzte, um den Kompafs gegen die störenden Einwirkungen der Electricität zu schützen, auf denselben ein Paar messingene Kreisbögen, die einander in rechten Winkeln kreuzten und mit einer Menge feiner Spitzen versehen sind, und nannte eine dergleichen Vorrichtung einen armirten Kompafs; Drukschriften d. k. k. Akad. der Wissensch. zu Brüssel IV. B. Michallet v. Trevoux (Lichtenberg's u, Voigt's Mag. IV. 1 St. S. 75 u. f.) fand, dafs wenn er sich der Nadel seiner Boussole (um weniger als 20 Toisen) näherte, sein Finger eine Abstossung hervorbrachte, welche die Nadel um 8—9 Grad abweichen machte. Wolfart wollte ähnliche Beob. gemacht haben, die jedoch v. Yelin sich bei ihm nicht bestätigen sah.

3) O'Brien Drury (Lichtenberg's u. Voigt's Mag, X. 3 St. 75) belegte die Kompafsnadel mit einem Stück dünnen, gut polirten, weichen Eisens und sah sie dadurch gegen die sonst von selbst erfolgende Abnahme ihres Magnetismus geschützt erscheinen. Eine dergleichen armirte Nadel zeigte binnen 3 Monaten keine Abweichung, während eine unbelegte in demselben Zimmer befindliche gegen 2° variirte.

4) Der galv. Apparat, dessen sich Oersted bediente, bestand aus 20 rechteckigen kupfernen Zellen, die jede 12 Zoll lang, 12 Zoll hoch und 2 1/2 breit und deren jede mit 2 also geneigten Kupferstreifen versehen sind, dafs diese Streifen den Kupferstab tragen, der die in der Flüssigkeit der benachbarten Stelle schwebende Zinkplatte hält. Das Zellwasser enthielt 1/60 seines Gewichts Schwefelsäure und eben so viel Salpetersäure, und jeder eintauchende Zinkplattentheil war ein Quadrat von etwa 10 Zoll Seite; doch gelangen O. die nachstehenden Versuche anch mit kleineren Apparaten, wenn sie nur stark genug wirkten, um einen Drath zum Glühen zu bringen. Die Polenden dieses Apparats verband O. darauf mit einem Drath, (von ihm der verbindende Leiter, oder verbindende Drath, von uns der Schliessungsdrath genannt) und die Wirkungen welche sowohl in als um diesen Drath vorgehen, bezeichnete er durch die Benennung electrischer Conflict.

a) Der horizontale Schliessungsdraht wurde in einiger Entfernung über eine frei bewegliche Magnetnadel dergestalt gebracht, dafs er mit derselben parallel lag; die Nadel fing an sich zu bewegen, und zwar so, dafs sie unter dem von – E Ende der Batterie herkommenden Drathende nach Westen abwich (bei 3/4 Zoll senkrechten Drathabstandes betrug diese Abweichung ungefähr 45°, bei grösserer Entfernung nahmen die Winkel ab, wie die Entfernungen zunahmen). Der Schliessungsdrath konnte oestlich oder westlich bewegt werden, ohne dafs dieses einen andern Einflufs auf die Abweichung hatte, als dafs dieselbe kleiner wurde; nur mufste er in einer über der Nadel fortgehenden horizontalen Ebene der Nadel parallel bleiben. Als Schliessungsdräthe konnten mehrere Dräthe von beliebigem Metall und statt dessen auch Merkur mit gleichem Erfolge benutzt werden; auch wenn den Schliessungsdrath Wasser unterbrach, blieb nicht alle Wirkung aus. Die Wirkung des Draths erfolgte durch Glas, Stein, irdenes Geschirr, Holz, Harz, Wasser und Metall, ohne merklich geschwächt zu werden. Auch wenn die Nadel im Wasser schwebte, blieb der Erfolg nicht aus.

b) Befand sich der Schliessungsdrath in einer horizontalen Ebene unter der Magnetnadel, so erfolgte die Abweichung derselben nach entgegengesetzter (über dem – E Ende des Draths in östlicher) Richtung.

c) Drehte O. den Schliessungsdrath in der horizontalen Ebene, so daſs er allmählig immer grössere Winkel mit dem magnetischen Meridiane machte, so wurde die Abweichung vermehrt, falls das Drehen dem Orte der gestörten Magnetnadel zuwärts erfolgte; nahm dagegen ab, wenn es rückwärts Statt fand.

d) Wurde der horizontale, einer äquilibrirten Nadel parallele Drath dicht neben ihr in deren horizontalen Bewegungsebene zur Wirksamkeit gebracht, so erfolgte weder westliches noch östliches Abweichen, sondern die Nadel fing nur an in der Ebene der Inclination (I. S. 441) zu schwanken, so daſs der Nadelpol, welcher dem — E Ende des Drathes zunächst war, herunter, wenn sich der Schliessungsdrath an der westlichen, hingegen hinauf gedrückt wurde, wenn er sich an der östlichen Seite der Nadel befand.

e) Wurde der Schliessungsdrath senkrecht auf die Ebene des magnetischen Meridians über oder unter der Nadel gestellt, so blieb diese in Ruhe, ausgenommen wenn der Drath dem Pole ziemlich nahe war. Dann aber ward der Pol gehoben, wenn der Eintritt von der westlichen Seite her geschah, und herunter gedrückt, wenn er von der östlichen Seite her vor sich gieng.

f) Wurde der Schliessungsdrath lothrecht, nahe dem einen Pole der Nadel, ihm gegenüber gestellt, und erhielt dabei das obere Ende des Draths — E, so bewegte sich der Nadelpol ostwärts; befand sich hingegen der Drath nahe bei einem Punkte in der Nadel, der zwischen dem Pole und dem Mittelpunkte der Nadel lag, so ward sie nach Westen getrieben. Erhielt das obere Drathende + E, so erfolgt alles umgekehrt.

g) Wurde der Drath so gebogen, daſs er zwei parallele Schenkel bildete, hierauf einem der Nadelpole so gegenüber gegenüber gestellt, daſs die Ebene der parallelen Schenkel auf dem magnetischen Meridian senkrecht war, und nun der östliche Schenkel mit dem — E, der westliche mit dem + E Pol des galv. Apparats verbunden; so ward der nächste Pol zurückgestossen, entweder ostwärts oder westwärts, wie die Lage der Ebene des Schenkel es mit sich brachte. War hingegen der östliche Schenkel mit dem + E Pol, und der westliche mit dem — E Pol verbunden, so wurde der nächste Nadelpol angezogen; und wurde die

Ebene der Schenkel senkrecht bei einer Stelle zwischen dem Pol und dem Mittelpunkt der Nadel gebracht, so erfolgten dieselben Wirkungen umgekehrt.

h) Messingnadeln, desgleichen Nadeln aus Glas oder Gummilac, statt der Magnetnadeln dem Einwirken des Schliessungsdrathes preisgegeben, blieben in Ruhe. Es kann mithin keine blos mechanische Ursache, z. B. nicht der Stofs eines electrischen Stromes seyn, welcher die Magnetnadel unter bemerkten Bedingungen zur veränderten Abweichung oder Neigung bringt.

i) Oersted schliefst seine Abhandlung mit der Bemerkung: Alle angegebenen Wirkungen lassen sich leicht verstehen, wenn man annimmt, dafs die negativ electrische Materie eine rechtsgewundene Spirale durchläuft, und den Nordpol fortstöfst, auf den Südpol aber nicht wirkt, die positiv electrische Kraft oder Materie hingegen sich in entgegengesetzter Richtung bewegt, dabei auf den Südpol aber nicht auf den Nordpol wirkend.

5) Oersted's Versuche wurden zunächst von den Prof. Pictet u. de la Rive in Genf, dann von Arago u. Ampère in Paris, von Mayer in Göttingen, Schweigger in Halle, v. Yelin in München, Gilbert in Leipzig, Erman in Berlin u. m. a.; vergl. Göttinger gel. Anz. 1820 Nro. 171. Schweigger's Journ. XXIX 273–281 und Neue Reihe I. S. 1. u. 35 ff. Buch's und Neef's Vers. ebend S. 18 u 32. u. Böckmann S. 34. Berzelius S. 94. Gilberts Ann. Jahrg. 1820 11. St. S. 291 ff. 12. St. S. 331 ff. Biot u. Savart ebend. 392 ff. v. Yelin ebend. 395 ff. Muncke 412. Prechtl im Jahrg. 1821 1. St. S. 81 ff.

6) Arago fand, dafs der messingene Schliessungsdrath Eisenfeile anzieht, jedoch nur so lange er mit beiden Polen der Säule in Verbindung ist, oder wenigstens doch nur kurze Zeit nachher. Boisgiraud sah einen platinenen Schliessungsdrath noch nach dem Herausnehmen von der Säule, eine Nähnadel anziehen; Ampère, dafs zwei geradlinige, sich parallel neben einander befindende, bewegliche Dräthe, durch welche zwei electrische Ströhme hindurch gehen, sich anziehen, wenn die Ströhme einerlei Richtung haben, sich hingegen abstossen, wenn die Richtungen beider Ströhme entgegengesetzt sind. A. folgerte hieraus, dafs die Eigenschaft der Magnete anzuziehen und abzustossen auf electrische, die Eisentheilchen umkreisende

Ströhme beruhe, welche sich in einer auf der geraden Linie zwischen beiden Polen senkrechten Richtung bewegen (so dafs der Strohm in der nach Norden zeigenden Nadel von Ost nach Westen gehe) und dafs die Magnetisirung stärker ausfallen werde, wenn der Schliessungsdrath eine Spirale bilde, in deren Axe die Magnetnadel liege. In eine dergleichen rechtsgewundene Schliessungsspirale wurde, um diese Folgerung zu prüfen, eine zuvor in Papier gewickelte Stahlnadel gesteckt; die Spirale war senkrecht auf den magnetischen Meridian gestellt, und mithin die sonst mögliche Störung durch den Erdmagnetismus = 0. Nach einigen Minuten erschien die Nadel ziemlich stark magnetisirt; und zwar nach dem — E Polende zu nordpolarisch (d. h. nach Norden zeigend; die Ausländischen Physiker nennen dieses gewöhnlich und zwar richtiger südpolarisch und was von uns Deutschen südpolarisch genennt wird, hingegen nordpolarisch) war dagegen die Spirale links gewunden, so war das dem — E zugewandte Nadelende südpolarisch (d. h. nach Süden zeigend). War die Spirale an beiden Enden rechts und in der Mitte links gewunden, so seigte die Nadel an dem — E Ende Nordpolarität, 5 Centimeter davon Südpolarität, 5 Centimeter weiter wieder Nord, dann wieder Nord und endlich am anderen Ende Südpolarität. Man kann mithin so viel zwischenliegende Polaritäten erzeugen, als man will. Befand sich zwischen zwei Spiralen ein kurzer Stahlcylinder, so wurde dieser auch magnetisch. Vollkommen gerade Schliessungsdräthe magnetisirten in A's Vers. die Stahlnadel gar nicht. Boisgiraud fand, dafs auch der blose Entladungsfunke der Säule magnetisirend wirke, und v. Yelin die hieher gehörigen Versuche Arago's wiederholend und erweiternd, fand, dafs ein einziger aus dem Conductor einer grofsen kräftigen Electrisirmaschine auf den mit dem Spiraldrathe verbundenen Funkenmesser, aus der gröfsten Schlagweite auffallende Funke schon zu magnetisiren vermag; ebenso auch ein einziger Schlag aus einer Leidner-Flasche. Zugleich ergab sich ihm aber auch, dafs es des Schraubengewindes um die Stahlnadel gar nicht bedürfe, sondern dafs man eine Stahlnadel auch vollkommen, jedoch nicht so stark, zu magnetisiren vermöge, wenn man mit Wachs oder Siegellack einen Metallfaden über die Länge eines Glasröhrchens vollkommen parallel mit dessen Axe spanne, eine Stricknadel in die Röhre stecke und dann auf den Drath aus dem Knopfe einer grossen Leidnerflasche 10 bis 12 Funken schlagen lasse. War die Flasche

positiv geladen, so erhielt das zugekehrte Nadelende den Südpol; war sie negativ geladen, hingegen den Nordpol, gleichgültig ob der Ladungsdrath über oder unter der Röhre gespannt worden war. Auch fand derselbe Physiker (der bereits in seiner zu München 1814. 4. erschienenen Schrift: Ueber die Identität des Magnetismus und der Electricität, die stricte Behauptung einer völligen Uebereinstimmung beider Naturgewalten zu zeigen versuchte) dafs die gewöhnlichen trocknen Säulen (wegen Mangel an innerer Leitung) selbst welche von 11000 Scheibchen, nicht magnetisiren, dafs die verschiedene Länge des Schliessungsdraths keinen Einflufs auf dessen Wirkung übe, und dafs alle Wirkungen des Schliessungsdraths gleich null werden, so bald der leitende Zusammenhang dieses Draths im mindesten (sey es auch durch Halbleiter) unterbrochen sey. Auch schwand ihm alle Wirkung, wenn auf einer, oder auf beiden Seiten der Magnetnadel, der Schliessungsdrath durch Wasserzersetzung in chemische Thätigkeit versetzt, oder wenn er an irgend einer Stelle zum Glühen gebracht wurde. Die erstere dieser Beobachtungen scheint auf Polaritätsvernichtung durch den Chemismus zu deuten, die andere bestätigt, was frühere Versuche über das Verhältnifs der Wärme zum Magnetismus lehrten; I. S. 431 Bem. 12. u. S. 424; oder wirkte bei der Wasserzersetzung etwa auch nur die darin erzeugte Hitze störend? wiewohl Schweigger an absichtlich erhitzten platinenen Schliessungsdräthen keine auffallende Minderung ihres Siderismus verspührte.

7) Schweigger, Gilbert, Erman, v. Yelin, Buch, Neef und m. A. bewirkten die Einflüsse des Schliessungsdraths auf die Magnetnadel nicht minder stark als mit grossen galv. Säulen, auch mit einfachen Ketten; deren Schliessungsdrath übrigens, so gut wie jener der Säule, in de la Rive's Versuchen, auch im leeren Raume wirkte.

8) Auch Oersted bediente sich eines galvanischen Bogens von Zink und Kupfer, der mit einem guten feuchten Leiter (ein Gemische aus gleichen Theilen Schwefelsäure u. Salpetersäure) versehen war; Scweiggers Journ. XXIX. 5. 3. Eine Zinkplatte von 100 Quadratzoll, die in einem dieser Gröfse entsprechenden kupfernen, den flüssigen Leiter enthaltenden Kasten getaucht war, wirkte mit solcher Stärke auf die Magnetnadel. dafs man die Anziehung noch in einer Entfernung

von 3 Fuſs deutlich bemerkte, auch wenn die Nadel nicht sehr empfindlich war. 40 dergleichen einfache Ketten von 12 Q. Z. gaben keine grössere, sondern eine kleinere Wirkung als eine einzige Kette. Bei diesen und allen ähnlichen Vorrichtungen muſs zunächst dafür gesorgt werden, daſs beide, ausserhalb der Flüssigkeit sich berührende Metalle, innerhalb derselben nicht zur Berührung gelangen; daſs nach Art des Wollastonschen Electromotors (oben S. 85) das positive Metall (z. B. die Zinkplatte) von einer doppelt so grossen negativen Metallplatte (z. B. von zwei Kupferplatten) in nur kleinem Abstande rings umgeben, und eine Einrichtung getroffen sey, vermöge welcher die Magnetnadel, während sie sich dreht, immer in einerlei Abstand von dem electrischen Strohme des Schliessungsdraths erhalten werde. Denn wird der Strohm wirklich nur durch einen schmalen Drath bewegt und von hier aus gegen die Nadel wirksam erhalten, so wird, so bald die Nadel sich dreht, der senkrechte Abstand ihrer Endpuncte von dem electrischen, in dem Drathe hinfliessenden Strohm verändert, und die Wirkung des letzteren (anscheinlich) in dem Verhältnisse geschwächt, wie die Quadrate dieser Entfernung zunehmen. (Ausserdem verändern sich bei Anwendung des Schliessungsdraths die Entfernungen selbst nach verschiedenen, ziemlich zusammengesetzten Verhältnissen; jenachdem der bei dem Pole einer Nadel vorbeigehende Drath einen andern Winkel mit dem magnetischen Meridiane macht.) Allen diesen Erfordernissen ist in dem von GILBERT erfundenen einfachen Apparate Genüge geleistet (dessen Ann. 1820, B. II. S. 336 ff.) und namentlich auch die letztere Bedingung dadurch erfüllt, daſs der Strohm statt durch einen Drath, durch einen Metallstreifen, der breiter als die Magnetnadel lang ist, so hinflieſst, daſs er die ganze Breite desselben auf einerlei Weise einnimmt, und daſs die Nadel mitten im Streiffen dicht über oder dicht unter demselben gestellt wird. In welche Lage sie sich dann auch drehen mag, überall bleibt der electrische Strohm in einerlei senkrechtem Abstand von ihren Polen, und wirkt auf sie in sofern auf einerlei Weise; so daſs dann bloſs die Winkel veränderlich sind, welche die Nadel mit dem magnetischen Meridiane und mit der Länge des Streiffens, und also mit den Richtungen macht, in welchen die magnetischen und die electrischen Kräfte wirken. Fig. 3

ist dieser Apparat abgebildet. Es bilden ihn ein oder zwei 18 Zoll lange an drei Stellen rechtwinklich gebogene Streiffen gewalzten Zinks und ein zum Aufnehmen des feuchten Leiters bestimmtes schmales, zellenförmiges, rechtwinklich-parallelepipedisches Gefäfs aus Kupfer, 1/2′ weit, 3′ lang und 4 hoch, dessen ebener Boden ringsum über die Seitenwände 1/4 Zoll weit hervortritt, so dafs es mit Sicherheit auf dem einen Ende des Zinkstreiffens steht, dessen anderes Ende frei schwebend, (ohne dafs Kupfer zu berühren) 3 Zoll tief in den feuchten Leiter taucht, wenn der galvanische Kreis geschlossen werden soll; d. h. wenn (nach Volta) durch die grössere Anziehung des Zinks zur Electricität dem Kupfer E entzogen werden soll, um vom Zincke wiederum durch den feuchten Leiter zum Kupfer zu gelangen; s. oben S. 141. In den meisten seiner Versuche bediente sich G. zweier Zinkstreiffen, deren jeder 18 Zoll lang und 1 1/2 Zoll breit war, und von denen der eine auf ein 12 Zoll langes Brett aufgenagelt, dann aufwärts gebogen und hier mit dem zweiten Streiffen zusammengebunden wurde. Dieses gewährte den Vortheil, den letzteren leicht reinigen und durch einen neuen *Streiffen* der Art ersetzen, so wie auch beliebig durch einen *anderen* Leiter vertreten lassen zu können. Die Magnetnadeln deren sich G. zu seinen Vers. bediente, waren insgesammt kräftige, nicht angelassene und nicht allzuleichte Stahlstäbchen, von 2 bis 4 1/3 Zoll Länge, mit sauber gearbeiteten Agathhütchen. Die meisten Versuche wurden mit einer solchen, 4″ 4‴ langen und 51 1/2 nürnberg. Gran wiegenden Nadel angestellt. Zum Messen der Grösse der Ablenkungen diente eine einzelne versilberte dünn überfirnifste Messingscheibe von 4 Zoll Durchmesser, auf welcher einander gegenüber, zwei Eintheilungen in einzelne Grade, die eine von 2 Zoll, die andere von 1 Zoll Halbmesser aufgetragen worden. Ihr Mittelpunkt ist durchbohrt, so dafs die Stahlspitze, welche die Nadel tragen soll eben hindurch geht; auch läfst sich in der Oeffnung selbst eine Stahlspitze einschrauben. Soll die Nadel über dem Zink schweben (der gewöhnliche Fall) so liegt diese Scheibe auf dem unteren Zinkstreiffen; für Nadeln unter dem Zinke, ist sie mit letzterem ausser aller Berührung. Besser arbeitet man mit freien, als mit in Kästen eingeschlossenen Nadeln; damit erstere aber nicht durch Heraussprizen der Gasbläschen des feuchten Leiters leiden, kann man sie mit etwas Kopalfirnifs gleichmäfsig überziehen. Die zum Tragen

der Nadeln bestimmten stählernen Spitzen α β sind in der Mitte jedes der beiden horizontalen Theile des Zinkstreiffens so angebracht, daſs wenn man die eingetheilte Scheibe so auflegt, daſs durch das Loch in ihrer Mitte die Spitze hindurch geht, und dann eine der Nadeln mit ihrem Agathütchen auf die Spitze setzt, die Nadel in ohngefähr 1 Linie Abstand über der Scheibe schwebt. Um auch die Wirkung auf eine unter dem Zinkstreiffen, in einem kleinem Abstande von demselben frei schwebenden Nadel bequem darstellen zu können, ist dem lothrechten Theile B des Zinkstreiffen ein Messingdrath eingeschraubt, der eine lothrechte Stahlspitze γ trägt. Auch liesse sich leicht eine Magnetnadel unter dem untern Theile A des Zinkstreiffen anbringen, welches jedoch völlig überflüssig ist, wenn man die beiden Enden dieses Theils auf Unterlagen stellt. Zwei kräftige übereinander schwebende Nadeln, stören sich gegenseitig bei 4 Zoll Abstand. Mit schwachen Nadeln, wie man sie in Taschen-Boussolen hat, ist dieses nicht der Fall, und mit ihnen lassen sich die Wirkungen des den Zinkstreiffen nach seiner Länge durchfliessenden electrischen Strohms, an einer auf der Spitze α und einer auf der Spitze β oder γ schwebenden Nadel, auf eine interessante Weise darstellen. Da Volta's Theorie die Wirkung dieses und aller ähnlichen Apparate leicht zur nöthigen Einsicht bringt, so behalten wir die zu dieser Theorie gehörige Sprache, in dem Nachfolgenden einstweilen bei. Hiernach hat nun der electrische Strohm in G's Apparat in Beziehung auf die beiden Electromotore dieselbe Richtung als in dem electromotorischen Theile, hingegen entgegengesetzte als in den Schliessungsstreiffen oder Schliessungsdräthen einer Voltaschen Batterie; denn in dieser selbst geht zwar der electr. Strom auch vom Kupfer zum Zink, von Plattenpaar zu Plattenpaar, aber in den Poldräthen vom Zink zum Kupfer, den das Zink entzieht dem Kupfer nur E, sofern es electromotorisch wirkt, führt es ihm hingegen wieder zu, so fern es mit demselben in blos leitende Verbindung geräth. Daher geben alle einfache Kettenapparate und namentlich ähnliche wie der oben beschriebene, bei den Ablenkungen: Richtungen, die jenen entgegengesetzt sind, welche die Poldräthe der Batterien zu bewirken vermögen; wie dieses Schweigger, Mayer u. Gilbert bald bei Benutzung ihrer einfachen Ketten zu beobachten Gelegenheit erhielten. — Alle von ihnen in Beziehung auf horizontale Ablenkung der Nadel angestellsten Versuche bestätigten Oersteds Regel

(oben Bemerkungen 4. i.) für die Ampère folgenden kürzeren Ausdruck gebraucht: der Nordpol wird von dem electrischen Strome stets links, der Südpol stets rechts abgelenkt. (Vergl. aber die Bem über die Benennung der Pole der Nadel, Bem. 6.) Gilberts Vers. mit der Inclinationsnadel (dessen Ann. a. a. O. S. 358 ff.) zeigten, daſs diese Regeln nicht blos für den nach horizontaler Richtung wirkenden Theil der magnetischen Kräfte des Erdkörpers, sondern für diese Kräfte überhaupt gilt. Da in G's Apparat der electrische Strom in allen seinen Theilen parallel durch den Zinkstreiffen flieſst, so muſs dieser Stom auf dem Südpol einer in α schwebenden Nadel genau so stark rechts, als auf den Nordpol links einwirken. Viel weniger Uebereinstimmung als in der Grösse, um welche die Nadel im neuen Ruhestande abgelenkt ist, herrschte in G's Vers. in der Grössse der Schwingungen, in welche die Nadel beim Schliessen des Kreises gerieth. Die Stelle, bei welcher die Nadel nach wiederholtem Schwingen zur Ruhe kommt, liegt nämlich nicht in der Mitte der beiden Grenzen der Schwingungen, (was beim Pendel und bei einer nicht unter electrischem Einflusse stehenden Magnetnadel der Fall ist) sondern dem magnetischen Meridiane weit näher, als der vorderen Grenze der Schwingung, Es erklärt sich diese scheinbare Anomalie daraus, daſs hier nicht eine Kraft (wie beim Pendel und der gewöhnl. Nadel) sondern zwei ungleich beschleunigende Kräfte von denen jede nach einer beständigen Richtung, auf die Nadel wirkt), zusammengesetzte Pendelschwingungen bewirken; a. a. 370 ff. Waren beide Electromotore hinreichend rein (z. B. wird statt Kupfer, das nicht leicht angreiſbare Platin gewählt) so ruhte die Nadel in G's Apparat stets, wenn der electrische Strom von West nach Ost floſs. — Als G. dem einen Pol der Nadel den Gegenpol eines Magnetstabes näherte und sie damit von ihrer gewöhnlichen Richtung unbestimmte Grade ablenkte und dann den Voltaschen Kreis schloſs, überwog in allen Lagen der Nadel von 0° bis 60° östlicher Ablenkung der die Nadel zurückdrehende Theil der magnetischen Kraft, den sie vorwärts treibenden Theil der ablenkenden Kraft des electrischen Strohms; dasselbe war in Lagen über 90 + 20 Grad hinaus der Fall; von 70° bis R + 20° dagegen überwog das letztere den ersteren; und bei R + 20° waren beide einander gleich. Es ist dieses das einzige Verhalten, welches sich (nach Gilbert) aus der Anapèreschen Regel nicht erklären läſst.

9) Schon OERSTED setzte einen electromotorischen freibeweglichen Apparat mittelst eines starken Magnets in Bewegung; ausführlich aber prüfte diesen Theil der Erscheinungen des Siderismus zunächst ERMAN (dessen: Umrisse zu den physischen Verhältnissen des von Herrn Professor OERSTED entdeckten electro-chemischen Magnetismus. Mit Kupfert. Berlin 1821. 8.) mittelst seiner Rotationskette. Ein schmaler 7 - 8 Zoll langer Streiffen Pappe A B (Fig. 4.) werde so geschnitten, dafs er an einem Ende genug Breite behält, um darin ein Loch auszustemmen, in welches ein leichter silberner oder kupferner (beiläufig 3 Unzen Wasser fassender) Becher wie D. befestigt werden kann, am besten mittelst der beim Ausstemmen des Lochs stehen gebliebenen sternförmigen Lappen; ein schmaler eben so langer Streiffen e f von Zinkblech oder Stanniol, oder auch ein blosser Drath von irgend einem Metall, ausgenommen Nickel, Kobalt u. Eisen, reicht mit einem Ende an das ausgeschnittene Loch, und wird da mittelst ächtem Blattgold oder Stanniol in innige Berührung gebracht mit der äussereren Fläche des Bechers. Von da aus geht der Metallstreiffen längst dem Pappstreiffen weg und am Ende desselben schlägt er sich unterwärts zurück in einer gewissen Entfernung von der unteren Fläche des Pappstreiffens und reicht so mit seinem andern Ende bis zum Becher hin, in dessen verdünnte Säure er eintaucht, mittelst einer in gut leitender Verbindung an ihn befestigten etwas bedeutenden Masse Zink, um der augenblicklichen Auflössung zuvor zu kommen. Fig. 5 ist der Durchschnitt der Rotationskette; die punctirte Linie a b c d e ist der von der äusseren Fläche des Bechers, oberhalb und unterhalb des Pappstreiffens bis zu der im Becher enthaltenen Säure reichende Drath oder Metallstreiffen, f ist die zur Auflössung bestimmte Zinkmasse, die durchgängig mit dem Leiter a b c in metallne Verbindung, hingegen so wenig als der Zuleiter a b c d e irgendwo mit dem Metall des Bechers in Berührung kommen darf, was man am besten durch ein die innere Becherbodenfläche bedeckendes Uhrglas erreicht, auf welchem ein cylindrisch gerollte Zinkstreiffen senkrecht stehend erhalten wird. Dieser Rotationsapparat hängt mittelst vier Fäden oder eines Drathbügels an einem möglichst feinem und langen Metallfaden, wodurch die Torsion für die damit anzustellenden Versuche hinlänglich vermindert wird; jedoch wird bei hieher gehörigen quantitativen Bestimmungen die Torsionswage unentbehrlich, wiewohl die graduelle Abnahme des chem. Auflössungsprocesses ihre Anwendung sehr erschwert. Bei mässiger Stärke der sauren Flüssigkeit und bei einer Tragkraft von 4-5 Pfd für den einzelnen Pol des Magneten, treibt letzterer obigen Rotationsapparat vom Punct der Ruhe an durch den ganzen Kreis in 10 12 Sekunden; und die Schwingungen, wenn die gewählte Combination sie gestattet, geschehen beiläufig in 6—8 Secunden. Zum Unterschiede von dem zweiarmigen Rotationsapparate (wo der Becher in der Mitte zweier Zweige steht, deren einer von der äusseren, negativen Seite des Bechers, der andere von der positiven Seite her nach den entgegengesetzten Endpunkten des Pappstreiffens geht Fig. 6) nennen wir den oben beschriebenen: den einarmigen Rot Apparat; ERMAN a. a. O. S. 9 11 u. S. 17.

10) Da bei denen durch Anziehung oder Abstossung bewirkten

Kreisbewegungen in welche ein gegen die Rotationskette gehaltener Magnet dieselbe versetzt, die Bedeutung von rechts und links, östlich und westlich sich continuirlich ändert und in das entgegengesetzte übergeht, anderer Seits aber die Anziehungen und Abstossungen des Magnetpols auf dieselben Flächen des chemischen Magnets unverändert dieselben bleiben in allen Azimuthen, so wird Beobachtung und Beschreibung nach Beziehung auf die constante Richtung der Boussolnadel sehr schwürig. Um diese Schwürigkeit zu vermindern, erinnert Erman (a. a. O. S. 15 ff.) zuförderst daran, dafs man durch eine Künstelei beim Streichen, einem gewöhnlichen Magnete, statt der longitudinalen Polarisation, eine transversale Polarisation zu geben vermöge, wo dann die eine ganze Fläche nach dem Sinne der Breite die nördliche, die andere die südliche und jede der Längenendpunkte beide Richtungsbestimmungen im gleichen Grade hat; so dafs er seine eine breite Fläche nach Norden, die andere nach Süden, die Längen-Gegenpunkte hingegen nach Ost und West richtet. Die Bewegungen welche nun der eine Pol eines Magnets gegen die z. B. Nord-Südwärts ruhig schwebende Rotationskette hervorbringt, scheinen identisch zu seyn, mit denen eines transversalen Magnets, dem man eine gewisse Lage im Raume gegeben hat; denn denkt man sich denn Stab ruhend in der Stellung S N (Fig. 7) und nähert dann seinem nordwärts gerichtetem Ende den Nordpol eines Magnets, so findet Abstossung statt wenn der Magnet von der westlichen Seite sich näherte und Anziehung, *wenn* er von der östlichen Seite her wirkte; in beiden Fällen aber bekömmt der Stab westliche Abweichung, und dreht sich im Kreise von der Linken zur Rechten; der Südpol des Magnets bringt die entgegengesetzten Richtungen hervor.

11) Wird das Polende des Magnets nicht von aussen d. h. nicht über b oder unter c, oder parallel mit b c Fig. 5 genähert, sondern innerhalb des Bogens a b c d (d. h. zwischen den oberen und den unteren Zweig, woraus sie besteht, und die, gerade um diese Application möglich zu machen eine Art von Bügel nach unten bilden) gebracht, so sind alle Erscheinungen umgekehrt; wo sonst der von aussen wirkende Nordpol eine östliche Abweichung hervorbrachte, erscheint jetzt eine westliche, und jene Seite welche von dem ausserhalb genäherten Pol angezogen wurde, wird jetzt abgestossen etc. Dabei erfolgen alle Bewegungen rascher; eine Kette die sich eben mit Schwung nach einer Richtung bewegte, kommt fast augenblicklich zum Stillstehen und gleich darauf zur entgegesetzten Bewegung, wenn man den gehörig gewählten Magnetpol innerhalb anbringt, und eben so stark und plötzlich ist die Beschleunigung, wenn man zu einer vorhandenen Schwungbewegung nach einer Richtung den indicirten Pol nach innerhalb additiv wirken läfst. Auch erfolgen noch Bewegungen von innerhalb, wenn wegen eingetretener Sättigung der Säure, der ausserhalb genäherte Pol keine deutliche Bewegung mehr hervorbringt; a. a. O. S. 24 ff. — Vergl. damit Schweiggers Vers. mit seiner Schliessungsschleiffe; dessen und Meineckes Journ. U. R. P. 35 u. ff. S. sah innerhalb der Schleiffe Eisendräthe magnetisch werden.

12) Berzelius (Schweiggers u. Meineckes Journ. Neue Reihe I. 94 ff.) bemerkt; wenn man eine Magnetnadel in die Nähe des

Schliessungsdraths bringt, so befindet sich die Nadel unter der Wirkung von zwei Kräften, nemlich dem Magnetismus des Draths und dem der Erde. Die Stellung der Nadel ist also Folge der gemeinschaftlichen Wirkung beider Arten Magnetismus, und um diejenige Stellung zu finden, welche sie annehmen würde, wenn sie sich lediglich dem Magnetismus des Draths unterordnete, hat man sich jene zu merken, in welcher der Drath nicht im mindesten aus dem magnetischen Meridian gerückt wird, d. h. in welcher die magnetische Polarität der Erde und des Drathes in derselben Richtung wirken, und dieses trift ein, wenn der Drath gegen die Linie welche die Pole der Nadel verbindet, rechte Winkel macht. Folglich ist die Axe der magnetischen Polarität des Draths, rechtwinklich gegen die Richtung des Laufes der Electricität. Seine Vers. stellt er ebenfalls mit einfachen gelvanischen Ketten an und folgert aus ihnen: dafs die siderische Polarität von der gewöhnlichen magnetischen sich dadurch unterscheidet, dafs in der ersteren eine doppelte Polarität mit umgekehrten Polen entsteht, während die Polarität in der letzteren eine einfache ist. Obgleich wir, fährt er S. 101 fort, mit Zusammenstellung von zwei umgekehrten einfachen Magneten die Erscheinung der doppelten nachmachen können, so vermögen wir doch nicht bei den electrisch magnetischen (siderischen) Polarisationen die einfache magnetische nachzumachen. Unter beiden ist also wohl ein bestimmter Unterschied; man kann also nicht, wie es Hr. Ampère versuchte, der gewöhnlichen einfachen magnetischen Polarität eine electrische Entladung zuschreiben, welche in einer perpendiculären Richtung gegen die Linie, welche die Pole des Magnets verbindet, unaufhaltsam circuliren sollte. Ein solcher electrischer Strohm kann auch nicht die magnetische Polarität der Erde begründen; denn obgleich mehrere Naturforscher nicht ohne grofse Wahrscheinlichkeit der Erdkugel vier magnetische Pole beilegen; (Vergl. I. S. 440. u. ff. und besonders auch Hansteen: Untersuch. über den Magnetism. der Erde etc. übers v. P. Treschow Hanson, m. 3 K u. 1 Atlas v. 7 Chart. gr. 4. Christiania 1820) so liegen jedoch hier gleichnamige Pole in einerlei Richtung u. ein jedes Polpaar kann als einziger, v. einer nicht magnetischen Masse unterbrochener Pol angesehen werden." — Neef (b. Schweiggers a. a. O. 33 ff.) aus Oersted's Versuchen folgernd: dafs in jedem metallnen Schliessungsleiter eine Kraft rege werde, welche die Linie der electrischen Leitung durchkreuze, glaubt, die von Ritter an den Polen des Magnets gesuchten Electricitäten nicht dort, sondern an den Seitenwänden aufsuchen zu müssen, und Erman bemüht sich im Verfolg seiner Versuche mit der Inclinations- und Declinationsnadel zu zeigen, dafs im Schliessungsleiter nie o E, sondern vielmehr in jedem Augenblick des Geschlosseyns und in jeder Stelle der Längendimension des Leiters, die höchste electrische Spannung, oder der electrische Gegensatz in seiner ganzen Stärke da ist, aber nicht blos als Gegensatz in der ersten, sondern vielmehr in der 2ten und 3ten Dimension oder in der Breite und Tiefe wirkend (vergl. I. S. 459. Bem. 4. 455. Bemerkung 13.) gemäfs den „specifischen Elasticitäten" jedes der E und gemäfs ihrer „Bogenwirkung" im Kreise der galv. Kette. In Betreff der specif. Elasticitäten jedes der E hat Erman neuerlich Beobachtungen bekannt gemacht,

welche dieselben sowohl für das + E als auch für das — E nachweisen, und somit bestätigen, was in dieser Hinsicht z. B. die Lichtenbergischen Figuren etc. schon aussagten; vergl. Erman Ueb. eine neue reciproke Wirk. der entgegengesetzten Electricitäten etc. in den Abh. d. phys. Kl. d. K. P. A. d. W. Aus den Jahren 1818 — 1819. Berlin 1820. 4.) E. fand nemlich bei seinen electrischen Vers. mit der Glühlampe (welche auf mitgetheiltes E scharfschneidend reagirt, durch sich selbst aber nie zur electrischen Erregung gelangt, und an dem darüber befindlichen, mit dem Deckel eines guten Condensators verbundenen Schirm für sich kein E zeigt) daſs unter Umständen, die man auf Disjunction von Spitze und Fläche reduciren könne, das durch anderweitige Ursachen entwickelte + E u. — E, nach zwei verschiedenen aber sehr bestimmten Richtungen geschieden werde; wo daher im galv. Apparat aus ungleichflächigen Leitern Spitze und Fläche im Wasser gegenüber stehen, expandirt sich das + E an der Spitze etwas stärker, als an der Fläche, und das — E umgekehrt (S. 376. a. a. O.) — Ist nun von den beiden, an Elasticität specifisch verschiedenen E, an einem und demselben gebogenen Leiter die Rede, so wird das Spannbarste (am meisten elastische) unter ihnen, nemlich das + E an die äussere Krümmungsfläche rücken, während das bei gleicher Intensität minder elastische — E die innere Bogenfläche zum Lagerungsorte erhält; Ermans Umrisse etc. S. 59 - 60. + E u. — E bekommen in der galv. Kette eine bestimmte Beziehung zu + m — M; überall wo sie einander im Schliessungsleiter entgegenwirken, ist transversale *Bipolarität*, überall hat irgend eine Seitenfläche den positiven, eine andere den negativen Werth ganz (und überall zeigt sich der siderische Apparat als ein in steter Erneuerung begriffener Magnetismus).

§. 126.

XXXVIII und XXXIX Vers. Man lasse die Erman'sche Rotationskette eine Zeit hindurch freischwebend hangen; sie wird keine Richtung nach irgend einem bestimmten Azimuth zeigen, welche irgend auf Unterordnung gegen den Erdmagnetismus oder auf eine eigenthümliche Ost-Westpolarität deutete, d. h. sie wird weder eine bestimmte Nord-Süd, noch eine erzwungene Ost-West-Stellung annehmen, sondern in Richtungen schweben, wie sie die zufällige Erschütterung etc. zu geben vermögen. — Den Polen eines Magnets in irgend einem Azimuth genähert, fängt sie hingegen an in jedem der beliebig gewählten Azimuthe gleich stark bewegt zu werden (nach denen im Vorhergehenden entwickelten Gesetzen). Derselbe Magnetpol von derselben

Seite her genähert, bringt dieselbe Art und denselben Grad von Bewegung hervor.

Bemerk. 1) Man richte die Rotationskette süd-nordwärts, d. h. man lasse sie ruhen in jener Stelle, wo der Becher in Süden steht und folglich der aus dem Innern desselben kommende + E Drath (Fig. 5) von Süden nach Norden steht. Nähert man nun dem nördlichen Ende des Apparats den Nordpol eines Magnets, von der östlichen Seite her, so wird dieses Ende abgestossen, nähert man denselben Pol von Westen her, so wird es angezogen. Der Totalerfolg ist aber in beiden Fällen derselbe, denn angezogen oder abgestossen, läuft die Rot. Kette vor dem ausserhalb ihres Bogens angebrachten Nordpol »westlich«, d. h. von der Linken zur Rechten (in Beziehung auf die frühere Ruhstellung) und vor dem Südpol »östlich»

2) Ueber das Verhalten der Rotationskette, wenn der Magnet innerhalh des Bogens wirkt; siehe oben S. 172.

§. 127.

XL. Vers. Man bringe unter oder über dem Schliessungsstreifen des Gilbert'schen Apparats (oben S. 167) eine leichtbewegliche Magnetnadel, und schliesse mittelst eines Metalls den galvanischen Bogen des Apparats; sosogleich wird die Azimuth-Nadel eine den oben S. 169 und S. 172 entwickelten Gesetzen entsprechende Abweichung zeigen; man lasse hingegen statt auf die Magnetnadel auf eine frei schwebende Rotationskette den durch die galv. Kette fortdauernd geladen erhaltenen Schliessungsstreifen wirken; sie wird keine der Magnetnadel entsprechende, und überhaupt keine bestimmte Abweichung von ihrer Richtung erhalten, sondern in Ruhe bleiben. Eben so wenig werden auch zwei frei schwebende Rotationsnadeln einander zu Bewegungen und eigenthümlichen Gegenstellungen bestimmen. Aendert man diesen Versuch dahin ab, daſs man Schliessungsstreifen der galv. Kette gegen die Neigungsnadel wirken läſst, so werden auch hier die Anziehungs- und Abstossungsverhältnisse der chemischen Kette beständig dieselben in allen Azimuthen seyn, und die vermehrte oder verminderte Neigung der Nadel wird von der grösseren oder geringeren electromotorischen und chemischen Polarität abhängen, welche zunächst gegen die Nadel gerichtet ist; Gilbert a. a. O. Ermans Umrisse S. 37 u. f.

Bemerk. 1) Erman's Vers mit der Neigungsnadel zerfallen in zwei Klassen, je nachdem die Nadel in einer auf den Meridian senkrechten Ebene oder in der Ebene des Meridians selbst schwingt; a. a. O. S. 41 ff.

2) Bedeckt man den Schliessungsdrath einer wirksamen galvan. Kette mit sehr glattem Papier und stäubt unter leiser Erschütterung durch feinen Mousselin feinste Eisenfeile darauf, so wirkt die Kette ähnlich einem Magnete (also selbstständig magnetisch) und bildet Figuren den von Fig. 8. ähnlich; a. a. O. S. 32 ff. Hingegen wird keineswegs die siderische Polarität einer Rotationskette durch einen auch noch so starken gleichnamigen Pol eines Magnets, wohl aber die magnetische gleichnamige Polarität einer schwachen Magnetnadel durch einen stark geladenen Schliessungsdrath (meinen Beobachtungen gemäfs) umgekehrt. Im letzteren Falle mindert die Wärme die Pol-verkehrenden Wirkungen des siderischen Apparats nicht merklich. — Ueber Abweichungswirkungen des Siderismus auf die Abweichungsnadel vergl. auch Erman a. a. O. ff. Biot und Savart (Gilbert's Ann. 1820 12. S. 392) zufolge steht die Stärke der Kraft, welche ein Theilchen einer Magnetnadel vom siderisch-wirksamen Schliessungsdrathe erleidet, im einfachen umgekehrten Verhältnifs des Abstandes.

§. 128.

XLI Vers. Ein beiläufig 1/10 Linie dicker mit Seide umsponnener Kupferdrath wird in kreisförmigen, dicht auf und nebeneinander gedrängten Windungen aufgewickelt, der Bündel von etwa 40 bis 50 Gewinden fest zugeschnürt, dann zu einer elliptisch längeren Form zusammengedrückt, so dafs im inneren Umfange dieses von Poggendorf erfundenen siderischen Condensators eine Nadel, wenn die zwei Enden des Draths an die Faktoren der galv. Kette angelegt werden, überall um 2 Linien von den inneren Drathgewinden entfernt, frei spielen kann. Es scheint sich dieser Condensator hinsichtlich seiner siderischen Wirkungen zu dem einfachen Erregungsapparate des Siderismus zu verhalten, wie die Volta'sche Batterie zur einfach. galv. Kette, indem er Erman's Versicherung zu Folge, die kleinsten electrischen Spannungen der Electromotore anzeigt, so dafs er — durch die starken Abweichungen, welche er (als stets sich erneuender Magnet) gewährt, zum empfindlichsten Mefs- und Bestimmungsinstrumente des Maafses der electrischen Spannung und der Art der Electricität für alle mischbare Materien während ihrer chemischen Durchdringung wird; Erman a. a. O. 105. ff.

§. 129.

Die verschiedenen Versuche mit der VOLTA'schen Säule zeigen unter anderen deutlich, a) daſs die anziehenden Wirkungen verschieden gearteter Materien oder Stoffe, allgemeineren und namentlich den magnetich-electrischen Wirkungsverhältnissen untergeordnet werden können; b) daſs dieses Unterordnen in der Regel mit Hülfe des Wassers geschehe, d. i. mittelst einer Substanz, welche rücksichtlich der Qualitäten der übrigen Stoffe, als durch die allgemeinsten materiellen Kraftverhältnisse bedingt (und dadurch im gleichen Masse einfach) erscheint. c) Daſs das Wasser dabei zur Entwickeluug entgegengesetzter Qualitäten gelange (oder in entgegengesetzte Bestandtheile zerlegt werde), welche ebenfalls rücksichtlich der einzelnen Qualitäten der übrigen Stoffe, einen eben so allgemeinen Werth und ein eben so durchgreiffendes Verhältniſs behaupten, als das Wasser gegen jene Stoffe selbst, und d) daſs zwar alle durch Berührung bewirkte Reaction heterogener Stoffe, stets von electrischer oder auch galvanischer Erregung begleitet (oder vielmehr dadurch eingeleitet) sey, diese electr. Erregung der Stoffe jedoch erhöht oder vermindert werden könne, und es mithin zum Theil in der Gewalt des Experimentators stehe, jene Erregungsverhältnisse mehr oder minder unwirksam zu machen. Von selbst drängt sich uns dabei die Frage auf, wie die anziehenden Wirkungen der einzelnen Stoffe unter sich, so wie die der Wasserbestandtheile zu sich selbst und zu diesen Stoffen, sich verhalten werden, wenn wir jene mag-

netisch-electrischen Einflüsse möglichst beseitigen? Und, indem wir die Anziehungsverhältnisse einzelner verschieden gearteter Materien unter sich, so weit wie die Erfolge dieser Anziehungen zunächst in Mischungen oder chemische Durchdringungen der Materien bestehen, oder auch zu Zersetzungen oder chemischen Polarisirungen führen, untersuchen, werden wir uns der Beantwortung dieser Frage nähern. Einstweilen vergl. §. 28 etc. 32 etc. Desgleichen I. Bd. Cap. V. S. 465. 494. 503—504. 507. 519—520. II. Bd. Cap. VI. S. 9. u. s. f. S. 15—16. S. 20 u. f. S. 118 u. s. f. dies. Grundr. Vergleich damit KASTNER's Einleit. in die neuere Chemie, Halle 1814. 8. 3ter Abschn. und dessen Grundzüge der Physik und Chemie. Bonn 1821. 8. Cap. VII.

VII. CAPITEL.

VON DEM CHEMISCHEN PROCESSE UND VON DENEN IHM UNTERWERFBAREN STOFFEN.

A) Von dem chemischen Processe im Allgemeinen.

§. 130.

Das zwischen verschieden gearteten Materien (nämlich a) zwischen Grundstoffen, b) Grundstoffen und Grundstoffe vertretenden Gemischen u. c) zwischen Gegenstoffe vertretenden Bildungstheilen) eintretende Thätigkeits - Verhältniss, wodurch sie in ihren qualitativen und räumlichen Beziehungen zugleich, wesentlich verändert oder verwandelt werden, nennt man den chemischen Procefs (Processus chemicus), und den Theil der allgemeinen Naturlehre, welcher bei den verschiedenen Materien diesen Process, sowohl seiner Möglichkeit nach, als auch in allen seinen Anwendungen zum Gegenstande

des Forschens und Wissens erhebt, die Chemie (Chemia)*.

Bemerk. 1) Das Wort Chemia (das Schwarze im Auge) bezeichnete hieroglyphisch das Verborgene oder Geheime, jetzt nimmt man es gewöhnlich gleichbedeutend mit Mischungs- und Zersetzungslehre (vergl. I. S. 78 u. f.); sonst oder ausserdem gebräuchliche Synonima sind: spargyrische Kunst, hermetische Kunst, Pyrotechnie oder Mischungs- und Scheidekunst. Sie verdankt theils den früheren Bemühungen geheimer gesellschaftlicher Vereine in Egypten (vergl. Gruner im N. literär. Anzeig. 1808.), theils der Alchemie (vorgebliche Goldmacherkunde), theils der Medizin und Pharmacie ihre frühere Ausbildung; in neueren Zeiten wurde sie durch Boyle; Stahl, Boerhave, Priestley, Bergmann, Scheele, Lavoisier, Berthollet, Richter, Winterl, Davy, Berzelius; Dalton u. m. a. (vergl. S. 40—48 dies. Grundr.) zum selbstständigeren Wissenszweige erhoben, und ihr innerer nothwendiger Zusammenhang mit dem, was man insbesondere Physik nennt, nachgewiesen. Vergl. Lavoisiers Syst. der antiphlogistischen Chemie, übers. mit Zusätzen von S. F. Hermbstaedt. I. II. Berlin 1792. 8. Syst. Handb. d. gesammt. Chemie etc. Von J. B. Trommsdorff, 1ste Aufl. XIII. Bd. Erfurt 1800. 1806. 8. Neue Aufl. I—VIII. Bd. 1805—1812. 8. F. A. C. Grens system. Handb. der gesammten Chemie. III Th. Halle 1787. 3te Aufl. von M. H. Klaproth. III Th. Ebend. 1806. 8. F. Hildebrandts Encyclopädie der ges. Chemie. 15 Hefte. Erlangen 1799—1806. 2 Aufl. 1809. Gren's Grundr. d. Chemie. 2te von E. F. Bucholz besorgte Ausgabe. Halle und Berlin 1818—1819. 8. Syst. d. dualistischen Chemie des Prof. J. J. Winterl, dargestellt von J. Schuster I. II. Berlin 1807. 8. L. Gmelin Hdb. d. theo-

ret. Chemie. I—III Bd. Frankfurt a. M. 1819. 8. P. T. MEISSNER Hdb. d. allg. u. techn. Chemie I. II. Wien 1819. 1820. 8. J. W. DÖBEREINER Grundr. d. allg. Chemie etc. 2te Aufl. Jena 1819. 8. F. WOLFF Lehrb. d. Chem. nach den neuesten Werken von MURRAY, THENARD u. THOMSON frei bearbeitet. I—II Bd. Berlin 1820—1821 8. W. T. BRANDE Hdb. d. Chemie für Liebhaber. A. d. Engl. I—II Th. Leipzig 1820 8. J. J. BERZELIUS Lehrb. d. Chem. etc. a. d. Schwedischen v. K. A. BLÖDE. I—II Bd. Dresden 1820—21. 8. KASTNER's Einleit. in d. neuere Chemie. Halle 1814. 8. dessen Vergl. Uebers. d. Syst. d. Chemie. Halle 1821. 4. dessen Grundzüge d. Phys. und Chemie. Bonn 1821. 8.

2) Schon die früheren (durch die Einleitung veranlassten) Untersuchungen über die Möglichkeit einer mannichfaltigen Natur, im Gegensatze der Mannichfaltigkeit des eigenen Geistes, vorzüglich aber die Nachforschungen jener allgemeineren Kraftverhältnisse, welche sich uns in den ersten V. Capit. dies. Grundr. darboten, zeigten, dafs die Materie welche die verschiedenen Körper bildet, mehr oder weniger ungleichstoffig (vergl. §. 27. 28 etc.) sey, und dafs mit Hülfe der chemischen Zerlegung (a. a. O. u. §. 29.) die einzelnen specifisch verschiedenen Stoffe, welche einem gegebenen Körperganzen zum Grunde liegen, für sich dargestellt werden können. Zugleich ergab sich besonders aus den galvanischen Versuchen, dafs diese Verschiedenheit der Stoffe Grade habe, denen zufolge der Gegensatz der Stoffe theils dem des + E und — E sich nähere, theils sich davon entferne, und wir deshalb berechtigt wurden, die chemischen Bestandtheile (vergl. §. 28.) chemisch-differente Stoffe zu nennen. So wie sich + E und — E zu o E ausgleiche, so bemerken wir auch an den chemisch differenten Stoffen ein Vermögen (u. eine gegenseitige Bestim-

mung) sich zu vereinigen, oder sich wechselseitig aus bereits eingegangenen Verbindungen zu Gunsten einer oder mehrerer neuer Mischungen (vergl. S. 95.) zu scheiden, und nennen dieses Vermögen die chemische Wirksamkeit der Stoffe, die, wie wir früher fanden, stets mehr oder weniger von der electrischen Wirksamkeit abhängig ist. Die chemischen Untersuchungen gehen daher zunächst darauf hinaus, die chemische Wirksamkeit aller bekannten Stoffe gegeneinander zu erforschen, mit genauer Beachtung aller dabei obwaltenden Bedingungen und aller dabei Statt findenden Erscheinungen. Indem man aus den Resultaten dieser Nachforschungen eine Theorie sämmtlicher chemischer Erscheinungen abstrahirt, und die Phänomene selbst nach ihren Entstehungsbedingungen zu einem Ganzen zu vereinigen strebt, nähert man sich einem Systeme der *chemisch* thätigen Stoffe.

3) Die chemische Wirksamkeit der Stoffe äussert sich stets dadurch, dafs sie aus zwei oder mehreren differenten Stoffen, ein oder mehrere relativ neue Ganze zu erzeugen treibt; d. h. aus Ungleichartigen Gleichartige hervorgehen macht, oder aus Gleichartigen Ungleichartige entstehen läfst. Wir bezeichnen diese wechselseitige Bestimmung, um sie von der Schwere und anderen Anziehungen zu unterscheiden, sofern sie Ungleichartige zu Gleichartigem sich einen, oder Gleichartiges in Ungleichartige zerfallen macht, durch chemische oder mischende Verwandtschaft, oder richtiger durch wechseitige Einungs-Bestimmung, und die Erscheinung derselben, so wie auch sehr häufig ihren Erfolg selbst, durch Mischung (im letzteren Fall richtiger durch Gemisch), Einung (Synthesis); vergl. §. S. 95. Jede chemische Verbindung, sey sie blofs zwischen zwei oder mehreren Flüssigkeiten, oder durch Lösung oder durch Auflösung (vergl. S. 86 u. C. III.) gegeben, ist gleich einer gegenseitigen Durchdrin-

gung (vergl. §. 24.) der dabei thätigen Stoffe, begründet durch die chemische Verwandtschaft, und vermittelt durch Berührung und Anziehung in unmefsbarer Ferne, wobei jeder dabei thätige Stoff seine individuelle Raumerfüllung verliert, und mit dem anderen vereint ein und denselben Raum zu erfüllen, d. h. ein homogenes Ganze darzustellen bestimmt wird. Es erleiden daher die Stoffe unter erwähnten Umständen eine Wandelung, die nicht blofs ihre chemischen sondern auch ihre räumlichen Verhältnisse trifft, und die Durchdringung macht aus dem Grunde das Wesentliche des chemischen Processes aus, ist jedoch nicht für denselben ausschliesslich bezeichnend. Denn es können Tropfbare und Gase, desgleichen stralende Potenzen sich lediglich räumlich vereinigen, ohne sich chemisch ziehend zu mischen. So ist z. B. warmes und kaltes Wasser nach dem Zusammengiefsen, vermöge des Punct für Punct wirkenden ungleichen Drucks, nach Herstellung des Druckgleichgewichts räumlich vereint, ohne gemischt d. h. ohne durch chemischen Gegenzug zur Einung gebracht zu seyn; so sind Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in der Knallluft, Stikgas, Sauerstoffgas, Wassergas und kohlensaures Gas in der atmosphärischen Luft vermöge der Ausdehnsamkeit räumlich vereint, ohne mit einander ein Gemisch zu bilden; so Wärme und starre cohärente Materien in dem durch Erwärmung ausgedehnten Zustande der letzteren, hinsichtlich der wechselseitigen Ausdehnungs- und Anziehungsbestimmungen im Gleichgewicht und Punct für Punct räumlich eins, ohne chemisch verbunden zu seyn. Gewöhnlich characterisirt sich die chemische Vereinigung durch eine Dichtigkeitsänderung, welche grösser ist, als das berechnete Dichtigkeits-Mittel beiderlei vereinten Materien hätte erwarten

lassen; d. h. gewöhnlich übersteigt die durch Mischung gewonnene Dichte jene des arithmetischen Mittels der Dichten der Mischungstheile. In Fällen wo diese Dichte geringer ist, als jene berechnungsfähige, wirken vielleicht neben räumlicher Vereinigung ohne Mischung, electrische oder magnetische Abstossungen der Gleichartigen unter sich? Vielleicht dafs dergleichen Abstossungen auch neben Mischungsgewalt wirksam sind, und diese aufhebend selbst um so viel an Gewalt verliehren, dafs für die Abänderung der neuen Dichte des räumlich Geeinten ihre Wirkung = o wird?

4) Die Anwendung der chem. Mittel zur chem. Zusammensetzung oder Zerlegung überhaupt, nennt man chemische Operationen (Operationes chemicae) oder auch chem. Processe, und unterscheidet diese dadurch von denen ihnen gewöhnlich vorangehenden oder dieselben begleitenden mechanischen Operationen (vergl. §. 28 u. 30.); der Ort wo die einen oder beide vereint angestellt werden, heisst eine chem. Werkstatt (Laboratorium chemicum). Vergl. die oben erwähnten Schriften und J. F. Johns chemisches Laboratorium, oder Anweisung zur chemischen Analyse der Naturalien nebst Darstellung der nöthigen Reagentien. Mit einer Vorrede von M. H. Klaproth etc. Berlin 1808. 8. u. m. Einl. in 5. u. 8. I. Abschn.

5) Um die chemische Anziehung der Stoffe von der Schwerewirkung auf die Materien zu unterscheiden, nennt man die erstere Verwandtschaft (Einungswechselbestimmung); und in der That ist man zu einer solchen Unterscheidung um so mehr berechtigt, da die chemische Anziehung in vielen Fällen der Schwere entgegen wirkt. Jedoch gilt dieses nur von der Erdschwere oder von der allgemeinen Schwere der Weltkörper. Spricht man hingegen mit Neuton (vergl. S. 155 d. Grundr.) von der gegenseitigen Schwere jedes Körpers, ferner von der specifischen

Schwere der Stoffe, woraus ihre eigenthümliche Dichtigkeit und die Cohäsion des Tropfbarflüssigen resultiren (§. 71. ff.); so hat man Ursache, die chemischen Anziehungen als besondere Modificationen der Schwere des Einzelnen anzusehen. Ob aber die chemische Anziehung gegebener Stoffe durch die Erdschwere modificirt werde, ist zur Zeit noch nicht beantwortet; jedoch scheinen die bisherigen Erfahrungen dafür zu sprechen, daſs die chemische Anziehung zweier gegebenen Stoffe, unter übrigens vollkommen gleichen Umständen, unter den verschiedenen geograph. Breiten dieselben sey; wiewohl noch niemals ein und derselbe Versuch, unter ganz gleichen Bedingungen, zu gleicher Zeit von zwei Chemikern, unter zwei verschiedenen geogr. Breiten angestellt wurde; vergl. §. 63. N. 2—3.

6) Die meisten chemischen Versuche sind bisher und werden in der Regel angestellt, ohne dabei den jedesmaligen Druck der Luft (§. 82. N. 3.) zu berücksichtigen. Operirt man indeſs mit Stoffen, die bei vermindertem Luftdrucke zur elastischen Flüssigkeit sehr tendiren, so kann vermehrter Luftdruck die Einwirkung solcher Stoffe erhöhen und beschleunigen; umgekehrt verminderter Luftdruck dieselben schwächen. Bei den chemischen Anziehungen verschiedener Gemische, welche von Zersetzungen und Ausscheidungen solcher Stoffe begleitet sind, die Neigung zur Luftform haben, kann der verminderte Luftdruck die Ausscheidung dieser Stoffe beschleunigen, und dadurch der ferneren Einwirkung der übrigen Mischungstheile zuträglich seyn. Mehrere flüchtige Stoffe verbinden sich sehr schwer mit minder flüchtigen; die gegenseitige Einwirkung kann dann aber sehr erleichtert werden, wenn man beide bei höherer Temperatur in luftdicht verschlossenen Gefässen behandelt. Die flüchtigen durch die Temperaturerhöhung ausgedehnten Stoffe, finden dann in den Gefäſs-

wänden einen ihre Ausdehnung hemmenden Widerstand, der gleich einem sehr grossen Luftdrucke wirkt, die Elasticität der ausdehnsamen Stoffe daher erhöht, und veranlaſst, daſs diese Stoffe durch möglichste Erweiterung ihrer Raumerfüllung, den widerstrebenden Stoff zertheilen, nach und nach in allen möglichen Flächen berühre, und dadurch die gegenseitige chemische Anziehung und Durchdringung erleichtern. Dahin gehört der Gebrauch des papinianischen Topfes, hermetisch versiegelter Digerirgefässe etc.; vergl. S. I. 363—364.

7) Ueberhaupt wird zur chemischen Anziehung und Durchdringung erfordert, daſs sich die Stoffe in möglichst vielen Flächen berühren; daher die vorangehende mechanische Zertheilung fester Materien, daſs Schütteln etc. Da die flüssigen Körper unter allen diejenigen sind, welche am leichtesten diese *Bedingung* zu lassen, so ergiebt sich schon hier*aus* die Nothwendigkeit, daſs einer oder beide anziehende Stoffe, mehr oder weniger flüssig sind, oder es doch durch Temperaturerhöhung werden können; und zum Theil rührt daher der häufige Gebrauch eines tropbarflüssigen Mediums als Vehikel, z. B. der des Wassers. Jedoch gilt dieses eigentlich nur von den tropfbaren Flüssigkeiten; denn ohnerachtet die elastischen ebenfalls leicht beweglich und leicht zertheilbar sind, so setzt ihre stets thätige Ausdehnsamkeit der chemischen Anziehung sehr häufig Schranken, während im Werden befangene Tropfenbildung jene Anziehung begünstigt. Vergl. a. a. O. — Corpora non agunt nisi fluida.

8) So wie die Flüssigkeit der chemisch Berührenden die gegenseitige Durchdringung erleichtert, so wird umgekehrt dieselbe, so wie überhaupt die chemische Anziehung, häufig durch zu grosse Cohärenz (§. 97.) von Seiten des einen oder anderen Theils, mehr oder weniger gehemmt. Z. B. die Wirkung der atmosphärischen Luft auf den Demant. In sol-

chen und ähnlichen Fällen mufs ausser der mechanischen Aufhebung (durch Pulvern etc.) jener eigenthümlichen Spannung der Aggregativtheilchen harter cohärenter Körper, welche den bestimmten Grad von Cohärenz zur Folge hat, sehr häufig zur Erhitzung geschritten werden, um durch grössere Ausdehnung die Cohärenz zu schwächen und zugleich grössere Empfänglichkeit für den anderen berührenden Stoff, durch Erhöhung der chemischen Anziehungskraft selbst hervorzubringen.

9) Gewöhnlich bedürfen jede zwei etc. Stoffe einen eigenthümlichen Wärmegrad, um zum Maximo ihrer gegenseitigen chemischen Wirksamkeit zu gelangen. Der Wärmegrad selbst wird durch die Erfahrung bestimmt. Merkur (Quecksilber) verbindet sich z. B. bei mässig hoher Temperatur mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre, und bildet so Merkuroxyd; während dieses bei Glühhitze den Sauerstoff als Gas entweichen und das Merkur für sich (reducirt) zurückläfst. Einstweilen vergl. über Wärme I. S. 127 u. f.

10) Der chemischen Anziehung entgegen wirkt häufig auch die Wechselbestimmung ein Körperganzes zu bilden oder das gestaltende Princip, vergl. I. S. 50, welches in der Chemie unter der Benennung verbindende Verwandtschaft, Anziehung des Gleichartigen etc. §. 32. bekannt ist. Es gehört dahin der Uebergang flüssiger Stoffe in einen mehr oder weniger festen Körper, welches sich durch das Gestehen, durch Gerinnen, durch Gallertbildung etc. äussert; ferner die Krystallisation, wodurch ein geometrisch begränzter, regelmässiger (d. i. durch irgend eine Ebene in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilbarer) Körper entsteht; und die Erzeugung neuer Organismen z.B. der Infusorien, des Schimmel etc., wo die einzelnen Theile und Glieder sowohl als auch das Körperganze stets mehr oder minder verschieden krummlinig begränzt sind.

11) Die Einung chemisch entgegengesetzter **Stoffe** betrachtet die neuere Atomistik nicht als Durchdringung, sondern als eine eigenthümliche Nebeneinanderlagerung der Atome, und behauptet daher, daſs in jedem Gemische die Mischungstheile an sich qualitativ unverändert, vermöge der bestimmten Anziehung specifisch verschiedener Atome, aufs feinste zertheilt neben einander gelagert sind. Da nun die Einungsprocesse sehr häufig von erhöhter Wärme und von Licht begleitet sind, so sieht man jener Vorstellung gemäſs diese Phänomene als Folge, der bei der Mischung statt findenden Ausscheidung des (angenommenen) Wärmestoffes (Calorique Caloricum, Thermogenium) und Lichtstoffes (Lumiére, Materia lucis, Photogenium) an. Einige halten das Licht für schnell bewegte Wärme; andere glauben, daſs die freie Erscheinung des Lichtes (beim Leuchten etc.) durch Verbindung des Lichtstoffes *mit* dem Wärmestoff bewirkt werde. Da wir indeſs bei keiner einzigen Mischung das Nebeneinander der Mischungstheile sinnlich zu unterscheiden vermögen, sondern vielmehr bei jedem dahin gehörenden Processe deutlich ein, gegenseitige Begrenzung aufhebendes, In-einander-wirken der Stoffe wahrnehmen, und zugleich finden, daſs in dem Maaſse wie dieses Ineinander-wirken energisch von Statten geht, die Mischungsprocesse auch merkbarer von Wärme oder Licht, oder von beiden zugleich begleitet sind, so schloſs ich daraus, daſs Wärme und Licht diejenigen Verhältnisse der Umgebung zu unseren geistigen Organen (Sinnesorganen) sind, in welchen sich wahrnehmbare Objecte im Zustande einer freieren, unbegrenzteren Existenz befinden (m. Grundriſs der Chemie. Heidelberg 1807. 8. S. 180); woraus ferner folgen würde, daſs bei übrigens gleichen Umständen, jene Phänomene eben so graduelle Steigerungen erlangen, als die Processe graduell verschieden sind,

welche in den Stoffen eine, mehr oder minder momentane, unbegrenzte, freiere Existenz herbeiführten. Da indeſs diese meine frühere Ansicht voraussetzt, daſs raumerfüllende, leibliche Wesenheit und geistige Existenz nur dem Grade nach verschieden und daſs die Licht- und Wärme-Erscheinungen für uns nur die Zeichen der momentanen Vergeistigung des Leiblichen sind, und somit beide stralende Potenzen die Materien im Zustande ihrer Vergeistigung darstellen, die Idendität des Wesens des Geistes und der Materie aber von dem Physiker nicht erwiesen, sondern nur geglaubt werden kann, so betrachten auch wir im Nachfolgenden Licht und Wärme, desgleichen + E und — E als Wesen eigener Art. Einstweilen vergl. S. 15. 16 u. ff. §. 25. 26. u. 21.

12) Als bis jetzt unzerlegte chemischwirksame (chemische Elemente, Grundstoffe, Uranfänge, letzte Bestandtheile) hat die Chemie auf analytischem Wege folgende kennen gelehrt.

I. Gemeinwesen

1) Licht

2) Wärme.

II. Einzelwesen.

A) Urstoffe

1) Grundlage des + E: Phlogiston; giebt mit viel Wärme und wenig Licht das + E.

2) Grundlage des — E: Electrogenium; bildet mit viel Licht und wenig Wärme das — E.

Allgemeine Characteristik. In ihren Verhältnissen zu den übrigen Materien, den entgegengesetzten (+ und —) electrischen Zuständen ähnlich, vergl. Cap. V. u. VI.; sich gegenseitig anziehend und zu o E ausgleichend; die chemische Anziehung aller übrigen Materien, welche diese unter sich äussern, überwältigend. Ueber Winterl's Vermuthung der Ponderosität der electr. Fluid. mündlich.

Hieher zählen nun noch mehrere Physiker und Che-

miker: zwei magnetische und zwei eigenthümliche galvanische Fluida.

B) (Wägbare und sperbare) Grundstoffe

a) Metalloide.

1) Sauerstoff (Lebensluftbasis, Oxygène, Oxygenium).
2) Wasserstoff (Hydrogène, Hydrogenium.)
3) Kohlenstoff (Carbone, Carbonium.)
4) Stickstoff (Salpeterstoff, Azote, Azotum.)

Die drei letzgenannten Stoffe gehen bei der Zerstörung organischer Körper, als diejenigen Stoffe hervor, welche nebst dem Wasser den grössten Theil der ponderablen Grundlage der Organismen ausmachen.

5) Hesphor(Fluor, Fluoricum, Fluorine, Säurer des Wasserstoffs der Flufssäure.)
6) Chlor (Halogen, Halogenium, Säurer des Wasterstoffs der Salzsäure, oxygenirte Salzsäure, dephlogistisirte Salzsäure.)
7) Jod (Jodine, Jodium, oxygenirte Jodinsäure, Säurer des Wasserstoffs der Jodsäure.)
8) Schwefel (Soufre, Sulphur.)
9) Phosphor (Phosphore, Phosphorus.)
10) Selen (Selene, Selenium, Metallschwefel.)
11) Boron (Bor, Bore, Boronium, Metallkohle.)

b) Metalle.

α) Schwere:

12) Gold (Or, Aurum.)
13) Platin (Platine, Platinum.)
14) Silber (Argent, Argentum.)
15) Mercur (Quecksilber, Mercure; Argentum vivum, Hydrargyrum, Mercurium.)
16) Bley (Plomb, Plumbum.)
17) Kupfer (Cuivre, Cuprum.)
18) Eisen (Fer, Ferrum.)
19) Zinn (Etain, Stannum.)
20) Cadminm.

21) Zink (Zinc, Zincum.)
22) Wismuth (Bismuth, Bismuthum.)
23) Stibium (Spiefsglanz, Antimoine; Antimonium.)
24) Nickel (Nickel, Niccolum.)
25) Kobalt (Cobalt, Cobaltum.)
26) Arsenik (Arsenic, Arsenicum.)
27) Mangan (Manganes, Braunstein, Manganèse; Magnesium, Manganesium, Manganum.)
28) Molybdän (Wasserbley, Molybdène, Molybdaenium.)
29) Scheel (Wolfram, Tungstène, Schéele, Schelium.)
30) Uran (Urane, Uranium.)
31) Titan (Mänak, Titane, Titanium.)
32) Tellur (Sylvan, Tellure, Tellurium.)
33) Chrom (Chrome, Chromium.)
34) Demetrium (Cerer, Cerere, Cererium, Demetrium.)
35) Tantalum (Columbium, Tantale, Tatalium.)
36) Iridium.
37) Osmium.
38) Rhodium.
39) Palladium.

β) Leichte:

40) Kalium (Potassium, Kalium.)
41) Sodium (Natronium, Sodium.)
42) Lithium.
43) Baryum.
44) Strontium.
45) Calcium.
46) Magnium.
47) Aluminium (Saphirium, Alumium, Aluminium.)
48) Glycium (Beryllium, Glycium.)
49) Yttrium.
50) Thorinium (Thorium, Thorinium.)

51) Zirconium (Circonium, Zirconium.)

52) Silicium (Kieselmetall, Silicium.)

Die Oxyde der unter β) aufgeführten Stoffe theilt man in Alkalien (Laugensalze) und Erden, und nennt sie auch, so wie die schweren Metalloxyde (d. i. die mit Sauerstoff verbundenen schweren Metalle) salzfähige Basen, indem die ersteren mit den Säuren vereinigt Verbindungen darzustellen vermögen, in welchen die Säure vollkommen abgestumpft ist, und welche daher auch vollkommene Salze (Neutralsalze) genannt werden. Die Verbindungen der Erden mit den Säuren sind minder vollkommen; man nennt sie erdige Salze (Mittelsalze). Diejenigen der schweren Metalloxyde mit den Säuren, sind es noch weniger, und werden metallische Salze genannt. Jedoch verdienen auch die Verbindungen der Metalloxyde mit Alkalien, so wie diejenigen einiger Erden mit den Alkalien, den Salzen als Salz-ähnliche Mischungen beigezählt zu werden. Die Talkerde bildet die Mittelstufe zwischen Alkalien und Erden, und heifst daher auch alkalische Erde (eine Benennung die man sonst auch dem Kalk, Baryt und Strontian ertheilte); so wie Thon-Glycin-Ytter-Zirkon- und Thorin-Erde gewisse den Oxyden der schweren Metalle ähnelnde Verhältnisse zeigen, und daher als metallartige Erden aufgeführt werden könnten, wenn man die Grundlagen dieser Oxyde nicht selbst als Metalle betrachtete. Vergl. m. Grundzüge Cap. VII. Folgende Uebersicht enthält die älteren Benennungen der Alkalien und Erden neben den neueren

1) Ammoniak (flüchtiges Alkali, flüchtiges Laugensalz: Hydronitricum). Vergl. oben S. 135.

2) Kali (vegetabilisches Laugensalz, Weinsteinsalz. Potasse, Alcali vegetab. Potassinum. Kaliumoxyd).

3) Natron (Sode, Mineralalkali, Thieralkali,

Soude, Alcali minerale, Natrum, Sodiumoxyd).
4) Lithion (Steinalkali).
5) Baryt (Schwererde, Schweralkali, Barite, Baryta, Baryumoxyd).
6) Strontian (Strontianerde, Strontane, Strontine, Strontina, Strontiana, Strontiumoxyd).
7) Kalk (Kalkerde, Chaux, Calcaria. Calciumoxyd).
8) Bitterde (Magnesia, Talkerde, Bittersalzerde, Magnesie, Magnesia. Magniumoxyd).
9) Glycinerde (Beryllerde, Süſserde. Berylline, Glucine, Beryllina, Glucina, Glyciumoxyd).
10) Thonerde (Alaunerde, Binderde, Alumine, Alumina. Saphiriumoxyd, Alumiumoxyd, Aluminiumoxyd).
11) Yttererde (Gadolinerde, *Yttria*, Yttria, Ytriumoxyd).
12) Thorinerde (Thorerde, Thorine, Thorinium oder Thoriumoxyd).
13) Zirkonerde (Hyacintherde, Circone, Circonia, Circoniumoxyd).
14) Kieselerde (Glasartige Erde, Silice, Silicia, Silicumsäure.

Ueber chemische Nomenclatur, chemische Zeichen, Probierkabinette und Reagentien (§. 28. N. 5.) vergl. KASTNERS Grundr. d. Chem. I. S. 120—126. dessen Einleitung in d. n. Chem. a. a. O.

§. 131.

Was den chemischen Process begründet; die mischende Verwandtschaft der Stoffe, findet wahrscheinlich zwischen jeden zwei Stoffen Statt, und in Fällen wo es zu keiner Mischung kommt, ist man noch nicht berechtigt auf Mangel oder Schwäche der chemischen Anziehungskräfte zu schliessen, sondern nur auf vorhandene Hindernisse; vergl. N. 6. des vor-

hergehenden §. Nur dann wenn dieselben Hindernisse in zwei gegebenen Stoffen, welche zugleich unter denselben Umständen einen dritten Stoff berühren, von beiden mit ungleicher Stärke überwunden würden, dürfte man streng genommen auf eine Verschiedenheit der Stärke der Anziehung beider Materien zu der dritten schliessen. Sehr häufig reicht die Quantitätsvermehrung der einen Materie hin, um ihr das zu ersetzen, was ihr rücksichtlich der zweiten etc. Materie im Verhältniss zu einer dritten an chemischer Anziehungskraft abgeht, aber nur insofern als jeder der beiden Stoffe für sich mit dem dritten Stoffe (oder mit dessen Vertreter) eine feste Verbindung von gleicher gegenseitiger chemischer Anziehungserschöpfung *einzugehen* vermag, ist die dazu von seiner Seite *erforderliche* Menge nicht nur für die eine, sondern für alle übrigen Verbindungen gleicher Ordnung, Mischungsgesetz.

Bemerk. 1) Berthollet's Ansicht der Verwandtschaft geht von dem Satze aus, dafs die wechselseitige chemische Anziehung je zweier oder mehrer Materien eine durch physische Kräfte und Quantitätsänderung veränderliche Grösse sey; s. dessen Recherches sur les lois de l'affinité etc. Paris, an IX. 8. übers. von E. G. Fischer. Berlin 1802. 8., und in seinem Essai de Statique chimique. T. I- II. Paris, an XI (1803) 8., welcher ebenfalls von Fischer u. Bartholdi übers. erschienen ist, entwickelt. Vergl. C. J. B. Karsten Revision der chemischen Affinitätslehre mit beständiger Rücksicht auf Berthollets neue Theorie. Leipz. 1803. 8. Drechslers Darstellung des ersten Lehrbegriffes Bertholletts über Verwandtschaft und Verwandtschaftskraft, verglichen mit dem Lehrbegriffe Bergmanns im Trommsdorffschen Journale der Pharmacie. XIII. 2. S. 3—138.

2) Dieser Ansicht entgegen steht die ältere Wahlverwandtscaftslehre des Bergmann; vergl. Torb. Bergmann de attractionibus electivis. — Vid. Opuscul. T. III. p. 291—470. C. F. Wenzel Lehre von der Verwandtschaft der Körper., Dresden 1777. 8. Mit Anmerk. von Grindel. Ebend. 1800. 8 W. Keir Dissertatio de attractione chemica. Edimb. 1778. 8. R. Kirwan Versuche und Beob. über die specifiische Schwere und die Anziehungskraft verschiedener Salze. In dessen Schriften. I. Bd. J. B. Richters Anfangsgründe der Stöchyometrie u. s. w. I—III. Thl. Breslau u. Hirschberg 1792—1793 und des I. Thls. 2r Abschn. 1794. Dessen: Ueber die neuen Gegenstände der Chemie. Bresl. I-XI. St. 1791—1802. J. Fries Versuch einer Kritik der Richterschen Stöchyometrie, in Scherers Archiv für d. theoret. Chemie. III. Hft. Jena 1801. 8. Guyton Morveau allgem. theoret. und pract. Grundsätze der chemischen Affinität oder Wahlanziehung. Aus dem Franz. übers. von Dr. J. Veit und mit Anmerk. v. S. F. Hermbstaedt. Berlin 1794. 8. Guiton in den Annal. de Chemie, T. XXV. S. 269—298. Hassenfratz in Scherers Allg. Journ. d. Chemie. II. 210. Gilbert Annal. IV. 194—209 u. 369—376. Der 4te Abschnitt meiner Einleitung in die neuere Chemie, Halle 1814. 8. enthält eine ausführliche Darlegung sämmtlicher älterer und neuerer Ansichten von der Natur der chemischen Verwandtschaft. Berthollet's Lehre streng durchgeführt, würde die Unmöglichkeit fester Verbindungen darthun, ohne dieselbe aus der Erfahrung beweisen zu können, da diese Grade das Gegentheil lehrt.

3) Nach Berthollet ist die Verwandtschaft keine absolute Kraft, sondern sie ist vielmehr nach Maasgabe der Menge der concurrirenden Massentheilchen, einer Verstärkung oder Verminderung fähig. Bergmanns Ansicht hingegen stellt die Verwandtschaft

als absolute Kraft gegebener Stoffe auf. Wenn nach Berthollet die Verwandtschaft, welche in der Gewichtseinheit des Stoffes A zum Stoffe B liegt, durch x ausgedrückt wird, so wird die Intensität der Verwandtschaft in jeder anderen Gewichtsmenge desselben Stoffes A durch ein Product ausgedrückt werden können, aus diesem x in diese Gewichtsmenge. Z. B. diese Gewichtsmenge sey P und enthalte m solcher Gewichseinheiten wie n, sey mithin = m n: so wird die Intensität der Verwandtschaft von P seyn = x. m n, und dieses Product aus der Intensität des Verwandtschaftsgrades eines Stoffes in die Gewichtsmenge desselben, nennt Berthollet die chemische Masse (das chemische Moment) mit welcher ein Stoff wirkt. Daher lässt sich dieser Satz auch so ausdrücken: die Verwandschaftskraft eines Stoffes gegen einen anderen ist stets proportional seiner chemischen *Masse*, die er mit in den Anziehungsprocefs bringt. Berthollet a. a. O. Von demjenigen Stoffe, der mit weniger Materie dasselbe in Beziehung auf einen dritten Stoff bewirkt, was ein anderer nur mit einer grösseren Menge seiner Materie zu bewirken vermag, sagen wir, dafs er zum dritten Stoffe grössere Verwandtschaft habe; vergl. oben im §. Wird nach Bergmann zu einer Mischung Ab noch ein Stoff B gesetzt, der mit A näher verwandt ist, wie A mit b, so wird nach Bergmann b gänzlich ausgeschieden, und es entsteht die Mischung AB. Fälle der Art nannte man Phänomene der einfachen Wahlverwandtschaft, im Gegensatz von solchen Scheidungen und Verbindungen wo zwei oder mehrere Gemische gegenseitig zerlegt und an deren Stelle eben soviel neue Gemische erzeugt werden, Fälle die durch doppelte (oder richtiger mehrfache) Wahlverwandtschaft bezeichnet wurden. Z. B. Schwefelsaures Natron und salz-

saurer Baryt werden gemischt; so durchdringen sie sich wechselseitig und gleichzeitig, und zeigen sich nach beendeter Durchdringung als schwefelsaurer Baryt und salzsaures Natron.

Salzsaures Natron

Salzsäure	A	b	Natron
Baryt	B	a	Schwefelsäure

Schwefelsaurer Baryt.

Ueber die aus ähnlichen Zersetzungen herzunehmenden Einwürfe gegen WINTERLS Ansicht des chemischen Anziehungsgrundes der Säuren und Basen, vergl. KASTNERS Grundr. d. Chem. 168. — Diejenigen welche einen Wärmestoff annehmen; statuiren keine einfache Wahlverwandtschaft, sondern sehen wenigstens alle sogenannte einfache Wahlverwandtschaften auf trocknem Wege, wobei der eine Stoff in elastischer Form geschieden wird, als doppelte Wahlverwandtschaften an. Z. B. die Zerlegung der Kreide (kohlensaurer Kalk) durch Schwefelsäure; des Kochsalzes durch Phosphorsäure bei höherer Temperatur etc. — Bei der einfachen Wahlverwandtschaft nahm man nach BERGMANN auf die Quantitäten der Stoffe nicht Rücksicht, indem man wähnte, es könne nur einen Zustand der Verbindung zweier Materien mit einander geben, und dafür glaubte man den Zustand der Sättigung halten zu dürfen, den man gleichbedeutend mit Neutralität nahm, und daher auch von Uebersättigungen sprach; während BERTHOLLET überhaupt jeden Zustand Sättigung nennt, worin sich ein paar Stoffe nach einer jeden wechselseitigen chemischen Wirkung aufeinander befinden. 1 A mit 1 B verbunden ist so gut eine Sättigung als 1 A mit 100 B etc. Die hier möglichen verschiedenen Verhältnisse, heis-

sen Mischungsverhältnisse, und derjenige Zustand, wo zwei oder mehrere Stoffe so vereint sind, daſs jeder seine ehemaligen Eigenschaften gänzlich verloren hat, (vergl. oben §. 124.) Neutralität (Keinerleiheit). Es giebt also verschiedene Sättigungsgrade; d. h. es ist erfahrungsgemäſs möglich, daſs zwei oder mehrere Materien unter sich quantitativ verschiedene Verbindungen einzugehen vermögen; wie den z. B. die meisten Metalle mit einem oder dem anderen Metalloide mehr als eine selbstständige chemische Verbindung zu schliessen vermögen. Geht ein Stoff A mit einem anderen B ein gewisses Sättigungsverhältniss ein, so erfordert eine n mal grössere Menge A auch n mal soviel B, um dasselbe Sättigungsverhältniss wie zuvor hervorzubringen; und je grösser die Menge des einen Stoffes ist, der mit dem anderen in Mischung übergeht, desto stärker wird *dieser* letztere gebunden. Wird A durch 1 C mit einer Stärke von $^1/_2$ gebunden, so muſs A durch 100 C mit einer Stärke von 50 gebunden werden. Was dem einen Stoffe an Verwandtschaftskraft abgeht, kann ihm an Menge ersetzt werden, und umgekehrt. Haben zwei Mischungen AB und CD einerlei Sättigungsverhältniss, so werden die Grundlagen B und D, so wie die Stoffe A und C womit diese verbunden sind, durch gleiche Kräfte gebunden, d. h. sie bieten einerlei chemisches Moment dar. Vergl. hiemit weiter unten.

4) Diesem gemäſs ist nun im Berthollet'schen Sinne, weder eine einfache noch eine doppelte Wahlverwandtschaft möglich. Im ersteren Fall (vergl. vorige N. oben) vertheilt sich A im Verhältniſs seiner chemischen Masse zwischen b und B, und eine vollständige reine Ausscheidung von b ist nur möglich, wenn z. B. die Cohärenz- und Krystallisationskräfte mit der Elasticität von b im umgekehrten

Verhältnisse stehen. Sind die Anziehungskräfte von b und B ungleich, während ihre Quantitäten gleich sind, so wird sich A im Verhältnifs dieser Kräfte theilen müssen. Z. B. es sey der Werth von x für n b auch für n B = 10. Die Masse P b = 50 . n b und die P B nur = 10 . n B: so wird A sich unter b und c im Verhältnifs von 1 : 5 theilen. Ist hingegen der Werth von x für n b = 7 und der für n C = 2; und sind die Massen P b und P C beide = 10: so vertheilt sich A unter b und B im Verhältnifs von 1 : 7. Alles dieses gilt indefs nur so lange, als die körperlichen (Ausdehnungs-) Zustände, z. B. die der Flüssigkeit dieselben bleiben. Im zweiten Falle, der mehrfachen Wahlverwandtschaft, entsteht nach Berthollet zuvörderst (aus salzsaurem Baryt und schwefelsaurem Natron) ein homogenes Ganze, aus dem sich dann erst nach eintretender grösseren Cohärenz zweier oder mehrerer der verbundenen Stoffe (z. B. der Schwefelsäure und des Baryts) eine neue Mischung abscheidet, wodurch die andere übrig bleibt; — vorausgesetzt wenn das Sättigungsverhältnifs der ehemaligen gesonderten Mischungen (z. B. die Neutralität es salzsauren Baryts und des schwefelsauren Natrons) gleich ist. Haben diese hingegen ungleiche Sättigungsverhältnisse (z. B. flüssiges saures weinstetesaures Kali — Weinstein genannt — und kohlensaurer Kalk), so tritt derselbe Fall wie bei der sogenannten einfachen Wahlverwandtschaft ein; nur mit dem Unterschiede, dafs man drei verschiedene Verbindungen erhält. Uebrigens unterscheidet Berthollet die ursprünglichen Verwandtschafttkräfte der Grundstoffe, von den abgeleiteten (resultirenden) ihrer Verbindungen; so soll z. B. die Salpetersäure (welche aus Sauerstoff und Stickgas besteht) auf das Kali, vermöge der abgeleiteten Verwandtschaft des Sauerstoffs und Stickstoffs wirken. Auch ist der Fall möglich, dafs ein zusammengesetzter Stoff mit

der ursprünglichen und abgeleiteten Verwandtschaftskraft zugleich wirken kann. Jedoch vergl. KASTNERS Chemie. S. 160 ff.

5) Bei den Bildungstheilen der lebenden Organismen (I. S. 80) kann, solange man noch organische Zusammensetzung und Bildung von chemischer Mischung unterscheidet, nicht von der nur chemischen Anziehung der Stoffe, weder von einer ursprünglichen noch von einer abgeleiteten im BERTHOLLET'schen Sinne die Rede seyn; auch selbst dann nicht, wenn man die organische Bestandeskraft, welche sich auf Assimilationskraft des Individuums reducirt, als eine der mischenden entgegen strebende Kraft betrachten, und sie daher den mehr oder minder hindernden Kräften der Cohäsion, Krystallisation, Expansibilität (und unter gewissen Umständen auch) der Wärme, Electricität etc. beigesellen und auf ähnliche Weise, wie mit diesen geschieht, bei zu zersetzenden Mischungen in Betracht ziehen wollte. Vergl. S. 19 — 20 u. S. 398 N. 4 ff.

6) Sehr häufig werden, vorzüglich organische Substanzen, durch chemisch einwirkende Stoffe genöthiget, chemische Stoffe oder Mischungen aus sich selbst (seltener mit Zuziehung der Bestandtheile der atmosphärischen Luft) hervorgehen zu lassen, die zuvor nur der Möglichkeit nach in ihnen vorhanden waren, und daher erst durch die starke Anforderung des chemischen Stoffes erzeugt wurden. Man bezeichnet die dahin gehörenden Erscheinungen durch den Ausdruck disponirende, neuerzeugende oder auch vorbereitende Verwandtschaft. FOURCROY und VAUQUELIN machten zuerst darauf aufmerksam; Beispiele gewähren die Umwandelung des Zuckers (oder der Holz-Stroh etc. Faser) in Kohle, Wasser und Essigsäure durch die starke Anziehung der damit gemengten kalten Schwefelsäure zum Wasser. Eigentlich gehört jede Zerstörung organisirter Massen durch

chem. wirkende Stoffe oder Gemische hieher; vergl. a. a. O. und zum Theil selbst schon die Verkohlung in verschlossenen Gefässen. — Ueber die Rolle welche die Wärme bei diesen Zerstörungen und überhaupt bei den Mischungen und Entmischungen übernimmt, in der Folge; einstweilen vergl. KASTNERS Einleit. in d. neuere Chemie a. a. O.

7) Mit dieser disponirenden Verwandtschaft mufs nicht die neuerzeugende des GREN (dessen Handb. d. Chem. 2te Aufl. Ir Thl. §. 55.) und die damit übereinstimmende vorbereitende einiger anderen Chemiker verwechselt werden; indem beide mit der sogenannten anneigenden Verwandtschaft mehr oder minder übereinkommen. Vergl. a. a. O. Treten nämlich mehr als zwei heterogene Materien in chemische Berührung, um eine (neue) Mischung darzustellen, so verbinden sich zuvor die mehr gleichartigen Materien, um so vereint gegen die übrigen (auf ähnliche Weise unter sich angezogenen) Materien, gleichsam in zwei gegenüberstehenden Reihen (die jedoch nur dem chemischen Werthe nach zwei heterogene Massen representiren) auf einander zu wirken. Es gehören hieher die meisten von den Fällen, welche unter der Rubrik anneigende Verwandtschafts-Phänomene aufgeführt zu werden pflegen. Z. B. Oel, Alkali und Wasser. Kampher, Zucker und Wasser. Harz, Terpentin, Eigelb und Wasser etc. A. a. O.

8) Auf häufig und mehr oder minder sorgfältig angestellte Beobacht. über die entfernteren oder näheren chem. Anziehungen der Stoffe, im BERGMANN'schen Sinne, und nach Anleitung des Schemas seiner einfachen Wahlverwandtschaft, gründet sich die Verfertigung der Verwandtschaftstabellen oder Stufenleitern des Einungsstrebens (vergl. a. a. O.), worin die Stoffe so namentlich aufgeführt und aufgestellt sind, dafs entweder der nächststehende

oder der entfernteste derjenige ist, welcher zu dem oben stehenden das stärkste Einungsstreben besitzt, z. B.

Salpetersäure.		Salpetersäure
7) Zink		1) Baryt
6) Thonerde	oder	2) Kali
5) Ammoniak		3) Kalk
4) Talkerde		4) Talkerde
3) Kalk		5) Ammoniak
2) Kali		6) Thonerde
1) Baryt		7) Zink.

Es bedürfen diese Tabellen einer sorgfältigen Berichtigung, sowohl in Betreff der genauen Beachtung des Maasses von Gewalt, mit welcher die physischen Kräfte z. B. die Cohärenz der Materien und die Imponderabilien mit einwirken, als besonders auch rücksichtlich der häufig ganz übersehenen, das ganze Verhältnifs abändernden electrischen Spannungen und eintretenden galvanischen Ketten. Anstatt der namentlichen Aufführung der einzelnen Stoffe, gebraucht man zuweilen auch, der Kürze wegen, die chemischen Zeichen; so wie man sich auch, zur Vermeidung weitläuftiger Umschreibungen, bei den verschiedenen Phänomenen des gegenseitigen Einungsstrebens (vorzüglich bei der sogenannten mehrfachen Wahlverwandtschaft), vortheilhaft der von Bergmann zuerst eingeführten Schemata bedient, wobei man durch die Stellung der Klammern, ob sie sich gegenseitig mit ihren Enden nähern, oder ob die Spitzen nach oben oder nach unten gerichtet sind, anzeigt, ob alles flüssig bleibt, oder ob ein Theil oder das Ganze, verflüchtigt oder niedergeschlagen wird. Z. B.

Es bleibt nach gegenseitiger Einwirkung alles flüssig

z. B. Essigsaurer Baryt und salpetersaures Ammoniak.
Ein Theil wird gefällt, das andere bleibt flüssig.

V

Salpetersaures Silber und salzsaures Natron.
Es wird alles niedergeschlagen, und das Lösungsmittel z. B. das Wasser bleibt rein zurück.

V

V

Schwefelsäure und Barytwasser.
Ein Theil wird verflüchtigt.

Λ

Kohlensaures Natron und Salzsäure.
Das Ganze wird verflüchtigt.

Λ

Λ

Reine Kohle und siedende Schwefelsäure.

§. 132.

Mit der Zunahme des chemischen (oder electrisch-chemischen) Gegensatzes zweier gegenseitig wirksamer Stoffe, wächst auch die gegenseitige Bestimmung zur Vereinigung; und umgekehrt je weniger heterogen oder electrisch-chemisch entgegengesetzt die sich verbindenden Stoffe sind, um so

weniger innig und dauerbar ist die Mischung. Vorzüglich gilt dieses von den Säuren (d. s, Materien, welche, sofern sie als feuchte Leiter im Schliessungskreise der galv. Kette vorkommen, sich zum + E Pol begeben, und mit mehr oder weniger verbrannten Metallen z. B. mit den meisten Oxyden, sowohl der leichten als der schweren Metalle Salze bilden) und Basen (d. s. nicht bis zur Sättigung mit Verbrennern verbundene Metalle, welche unter bemerkten Bedingungen zum — E Pol bewegt werden und durch Aufnahme von — den Verbrenner vertretenden Säuren die ihnen fehlenden Antheile des Verbrenners, z. B. des Sauerstoffs sich aneignend in entweder basische oder neutrale oder saure Salze übergehen); jedoch findet es auch bei Stoffen die einer Materienreihe zugehören *Statt*; z. B. bei den Metallen und entspricht stets der Grösse des electrischen Gegensatzes (d. i. der Stärke der gegenseitigen electrischen Ladung). Wie vollständig aber auch eine chemische Mischung erfolgt seyn mag; so lässt sich dennoch aus ihrer Beschaffenheit auf den eigenthümlichen Werth der zu ihrem Entstehen nöthigeu Stoffe schliessen; und die Zersetzung (Zerlegung) der Mischung führt jedesmal auf diese Stoffe.

Bemerk. 1) Ueber die ältere Definition von Säuren, Alkalien und Salzen, über die Erweiterung des Begriffs der Alkalien; über den von Winterl eingeführten Ausdruck basische Stoffe oder Basen; über die von demselben Naturforscher vorgeschlagene Ausdehuung des Begriffs der Säuren und der Basen, über die Ableitung des Wortes Base (Basis Grundlage), etc. mündlich. Vergl. §. 124. N. 12. u. m. Einleit. a. a. O.

2) Befinden sich sämmtliche Bestandtheile einer Mischung, vor der Vereinigung in flüssiger vorzüglich in Gasform; so sind sie in der Regel leichter wieder auseinander zu setzen, als wenn einer der Bestandtheile fest war; und diese Zerlegung erfolgt dann eben so leicht durch einzelne heterogene Stoffe, als durch allgemeine Potenzen. Z. B. o E entsteht aus den (möglichst heterogenen) + und — E, ist aber durch blosse Reibung der Isolatoren, oder durch die gegenseitige Berührung heterogener fester Leiter schon zersetzbar. Das Wasser wird durch die Electricitäten, so wie auch mittelbar durch eine Menge einzelner brennbarer Stoffe leicht zersetzt etc., die Metalloide und die Metalle sind zur Zeit noch unzersetzt. Ersteres zeigt kaum eine eigenthümlich chemische Beschaffenheit, die letzteren characterisiren sich hingegen durch auffallende, jedem einzelnen Grundstoff eigenthümliche chemische Wirksamkeiten und physische Beschaffenheiten.

3) Relativ qualitätslose Substanzen, wie das Wasser z. B., sind zugleich diejenigen, welche am allgemeinsten verbreitet und in grosser Menge vorkommen. Auch bemerken wir an ihnen, daſs sie im Verhältniſs ihrer unbestimmten Beschaffenheit (Unentschiedenheit) zugleich leichter von Organismen assimilirt werden können.

4) Vergleichen wir die verschiedenen Mischungsarten, so finden wir, rücksichtlich der Innigkeit der Mischung ohngefähr folgende Abstufung.

A) + und — E	zu o E.
B) Oxygéne und Hydrogéne	— Wasser.
C) Oxigéne u. brennb. Basen	— Oxyden und Säuren.
D) Hydrogéne u. brennb. Basen	— Hydrogenirten Stoffen.
E) Die Verbindungen der übrigen Brennbaren unter sich	— Zusammenges. brennbare Gemischen.
F) Verbindungen der Brennb. und der Verbranndten	z. B. zu Napthen.

G) Säuren und Alkalien
H) Säuren und Erden
I) Säuren und Metalloxyde
K) Alkalien und Metalloxyde — Salzen.
L) Erden und Metalloxyde — metallhaltigen Erden.
M) Mehrfache Verbindungen anorganischer ähnlicher Stoffe unter sich, oder mit aus dem Organischen abstammenden Bildungstheilen.
N) Chemische Verbindungen der Bildungstheile unter sich.
O) Lösungen fester Stoffe in Wasser, derselben in Weingeist und in anderen Flüssigkeiten. Verbindungen tropfbarer Flüssigkeiten unter sich. Verschluckungen (Absorbtionen) der Gase durch Tropbare. Einsaugungen der Gase durch feste Stoffe z. B. durch Kohle; m. Einleit. in d. n. Chem. 1r und 2r Abschnitt.

Je weiter herab, je mehr findet man die *Mischungs*-bestandtheile gleichsam nur in Spannung gehalten, statt dafs sie bei o E und Wasser vollkommen in sich ausgeglichen sind. Im Allgemeinen kann man sagen, dafs diese chemische Spannung bei zwei zu vergleichenden Mischungen um so mehr differire, je mehr die eine dieser Mischungen durch vollendete Auflösnng, die andere durch an Adhäsion grenzende Lösung entstanden ist.

5) Beispiele dieser Mischungen haben wir bereits für A, B, C und D im vorhergehenden Cap. kennen gelernt. Für die übrigen dienen Erläuterungen durch anzustellende Versuche. — Häufig betrachtet man die Bildungstheile als chemische Gemische, rück sichtlich ihres Bestehens den Salzen etc. ähnlich; im diesem Falle kann man von ihnen sagen, dafs sie im Verhältnifs ihrer Zusammengesetztheit zerlegbarer werden, und in Hinsicht der Gegenziehungsstärke ihrer Bestandtheile, etwa denen unter O angeführsen Verbindungen ähneln.

6) Eine allgemeine Betrachtung der thätigen Natur, zeigt dem unbefangenen Blicke des Forschers deutlich, daſs sie stets auf Entwickelung des Mannichfaltigeren aus dem Einfacheren hinausgeht, und daſs der Ruhe zu welcher das chemische Gleichgewicht der Mischung führt, stets mehr oder weniger Kräfte entgegen wirken, welche das gewonnene chemische Gleichgewicht der Gemische störend, neue Wirkungswerthe entwickeln machen. Vorzüglich wirkt das Licht im bemerkten Sinne störend für die Zwangsruhe des chemischen Gemisches; vergl. Winterls Darstellungen der vier Bestandtheile d. anorg. Natur etc. S. 365—437.

B) Von der Lösung (Solutio).

§. 133.

XXXXII. Vers. Drei kleine zwei bis drei Unzen Wasser fassende Gläser, fülle man mit reinem (destillirtem) Wasser; in das erste schütte man Zinnspäne, in das zweite gepulverten Schwefel, in das dritte reinen Quarzsand und untersuche das Wasser nach einiger Zeit; es wird vollkommen unverändert geblieben seyn, und auch durch Erhitzung der Gefässe nichts von dem Metalle, Schwefel oder Kiesel in sich aufgenommen haben, woraus sich die Unlöslichkeit dieser Substanzen in Wasser ergiebt.

Bemerk. 1) Sämmtliche Metalle, reine Kohle und Demant, Schwefel, Selen, Bor und Phosphor, und sämmtliche Erden sind für sich im Wasser unlösbar.

2) Wärme — als Cohärenz wältigende Potenz, ungleicher Gegendruck und Adhäsion (die als solche nur der Vorläufer der Lösung ist) bestimmen die meisten Lösungserscheinungen.

§. 134.

XXXXIII. Vers. In auf gleiche Weise wie im vorigen Vers. vorgerichtete Gläser schütte man, in das erste nach und nach tropfenweise ein Loth concentrirte Schwefelsäure (Vitriolöl), in das zweite ein Loth frisch gebrannten Kalk, in das dritte eben soviel Pottasche (unreines Kali), in ein viertes eben soviel krystallisirte schwefelsaure Talkerde (Bittersalz), und in ein fünftes eine gleiche Menge grünes schwefelsaures Eisen (Eisenvitriol): die Schwefelsäure wird sich unter Erhitzung mit dem Wasser zur klaren, sauren Flüssigkeit (verdünnte Schwefelsäure) vermischen, der Kalk zum Theil im Wasser zur wasserhellen Flüssigkeit (Kalkwasser) lösen, und sich dabei stark erhitzen, die Pottasche sich dem grössten Theile nach lösen, und sowohl diese Lösung als auch die des Kalkes, wird alkalisch schmecken, von der verdünnten Schwefelsäure geröthetes Rosen- oder Lakmuspapier wiederum blau, Rhabarbertinctur oder damit gelb gefärbtes Papier braunroth, Rosenpapier grün und rothes Fernambuckpapier violett machen; die Bittersalzkrystalle werden allmählig zerfliessen und ihre vollendete Lösung wird einen eckelhaft salzig bitteren Geschmack besitzen, und die angeführten Pigmente unverändert lassen; die Eisenvitriollösung endlich wird eine grüne Farbe und metallisch eckelhaften zusammenziehenden Geschmack darbieten. Bei den letzteren beiden Lösungen wird man keine Erwärmung, sondern eher Kälte bemerken, und die drei letzteren werden schneller von Statten

gehen, wenn man die Gefässe erhitzt. Vergl. I. S. 387. u. ff.

Bemerk. 1. Ueber den (beschränkten) Gebrauch verschiedener Pigmente zur Erforschung freier Säuren und Alkalien mündlich; über die durch Verdichtung und Stärke der Anziehung entstehende Erhitzung bei N. 1. und durch Umwandelung eines Theiles des Wassers in Krystalleis, so wie durch Verdichtung und Anziehung erfolgte Hitze bei N. 2., und über die durch Flüssigwerden des Krystalleises bei N. 4. u. 5. im obig. Vers. entstehende Kälte in der Folge.

2) Sämmtliche Lösungen sind durchsichtig, was gleiche Dichtigkeit, mithin Durchdringung (vergl. oben) voraussetzt. Lösung als solche geht gewöhnlich nur auf Aenderung des festen oder expansibel flüssigen Zustandes des zu Lösenden, durch das tropfbare oder des Starren oder Tropfbaren durch das gasige Lösungsmittel hinaus, ohne von merklichen Ausgleichungen chemischer Gegensätze begleitet zu seyn. Die Tropfen bildende Kraft des Tropfbaren setzt sich in der Umgebung fort, das Umgebende in sich hineinziehend; jedoch kommt es dabei nicht blos auf die qualitativen, sondern auch auf die quantitativen Verhältnisse beider Berührenden an. Während sich z. B. ein Theil des Kalkes in dem überstehenden Wasser löste, wurde auch zugleich ein Theil des Wassers vom Kalke eingesogen und in feste Masse (Krystalleis jedes Kalkstäubchens) verwandelt. So saugen alle vom Krystalleise durch Erwärmung, oder durch warme überliegende Luft etc. zuvor befreite rigide Materien, z. B. gebrannter Gyps, zerfallenes Glaubersalz, Mehl etc. kleine Quantitäten berührenden Wassers begierig ein, dasselbe in eine mehr oder minder feste und trockne Masse verwandelnd; wobei der übrige Antheil des Wassers so wie das Ganze erwärmt wird. — Gewöhnlich ist das Volum der

durch Lösung entstandenen Mischung (Solutum) kleiner, als die Summe der Volumina beider Theile vor der Lösung; seltner grösserer. Meine Einleit. in die neuere Chem. a. a. O.

3) Säuren sind gewöhnlich in dem Masse leichtlöslich im Wasser, als sie reich an ihren Verbrenner z. B. an Sauerstoff sind. Merkwürdiger Farbenwechsel bei der Vermischung rauchender Salpetersäure mit Wasser. In den meisten Fällen ist eine starre Materie um so schwerlöslicher in Wasser, je weniger Wasser sie erfordert um zu krystallisiren, d. i. je schneller sie krystallisirt. Z. B. schwefelsaurer Baryt. Auch mit der Leitungsfähigkeit für die Electricität, scheint diese Löslichkeit bei allen denjenigen Gemischen im fast geraden Verhältnisse zu stehen, in welchem Wasser bereits einen Mischungstheil ausmacht. Z. B. schwefelsaures Kali ist schwerlöslich im Wasser, die Lösung leitet wenig mehr als Wasser; *Salmiak* ist leichtlöslich, die Lösung leitet vorzüglich. *Metalle* und Kohle machen eine Ausnahme. Die Salze der schweren Metalle werden bei der Lösung in Wasser öfters zerseszt, indem das Wasser, als chemischer Gegenstoff, sich des einen oder anderen Mischungstheiles bemächtigt und damit eine neue innigere Verbindung eingeht; z. B. Zersetzung des salpetersauren Stibiumoxyds durch Wasser, unter Fällung Wasser gebunden enthaltenden Stibiumoxyds. Chemische Verbindungen des Wassers mit anderen Chemisch-Wirksamen nennt man Hydrate. Die Oxyde der schweren Metalle sind gewöhnlich unlöslich in Wasser; eine Ausnahme macht das Osmiumoxyd, welches sich in Wasserdämpfen gelöst, verflüchtigen läfst. Metallsäuren sind schwerlöslich, jedoch je sauerstoffreicher um so weniger.

4) Stoffe oder Gemische die zur Luftform tendiren, sind gemeinhin schwerlöslicher als Stoffe oder Gemische ähnlicher Art, denen eine solche Thätigkeitsrichtung

fremd ist. Z.B. phosphorichte Säure, schweflichte Säure, salpetrichte Säure. Das salzsaure Gas tendirt zum tropfbaren Zustande und ist leichtlöslich; Chlor tendirt zur Luftform und ist schwerlöslicher. Gase oder Luftarten überhaupt werden sämmtlich mehr oder weniger vom Wasser absorbirt, und zwar gewöhnlich (ausser den angegebenen Bedingungen) in dem Verhältnifs wie sie selbst kleinere Wassermengen zu lösen und elastisch flüssig zu machen vermögen. Sie verlieren bei der Lösung im Wasser etwas von ihrer Flüchtigkeit (daher der unpassende Ausdruck: sie werden figirt), können jedoch in der Regel durch Erhitzung wiederum im Luftzustande geschieden werden. Z. B kohlensaures Gas löst sich im kalten Wasser, wird aber daraus durch Erwärmung geschieden. Bläst man die auszuathmende Luft durch eine Glasröhre in kaltes Wasser, so werden die Luftblasen zum Theil verschwinden, in dem sie sich lösen; das zuvor reine Wasser wird jetzt Kohlensäure enthalten, und daher Lakmuspapier röthen etc.

5) Ausser dem Wasser lösen auch die aus dem Organischen abstammenden Flüssigkeiten, z. B. der Weingeist, verschiedene Stoffe, Gemische und Producte vegetabilischer und animalischer Organismen auf; z. B. die Lösungen des salzsauren Kalks, des salzsauren Strontians, der Weinsteinsäure, des Aetzkali, der ätherischen Oele (Riechwässer), der Harze (geistige Firnisse), des Kamphers etc. in Weingeist; die Lösungen des Wachses, der Harze etc. in ätherische und fette Oelen (Oelfirnisse) etc. Der Weingeist vermischt sich mit dem Wasser in allen Verhältnissen; Schleim, Gummi, Extractivstoff etc. werden von kaltem Wasser, Satzmehl von kochendem Wasser leicht gelöst. Kaltes Wasser mischt sich leicht mit flüssigem Eiweise, heisses macht es gerinnen, ohne es zu lösen. Auf die verschiedenen Lösungsverhältnisse der Pflanzen- und Thierstoffe zu Wasser, Wein-

geist, und einigen ähnlichen Flüssigkeiten, gründet sich gröſstentheils die jetzige Methode der chemischen Pflanzen- und Thieranalyse, und zum Theil auch die der Ackererde des Düngers etc. Weitere Erläuterungen hierüber mündlich.

6) Heisses Wasser, erwärmter Weingeist etc. löst gewöhnlich mehr von ein und demselben Stoffe, als kaltes Wasser etc.; jedoch kommen auch Ausnahmen vor; z. B. Kochsalz ist in kaltem und warmen Wasser fast gleich löslich. Häufig lösen sich Stoffe, Gemische u. dgl. nur im heissen Wasser etc. (z. B. Satzmehl, (zum Theil auch Boraxsäure) oder nur im kalten (flüssiges Eiweiſs). Oefters sind auch frisch ausgeschiedene Stoffe im Wasser löslich, während sie einmal ausgetrocknet, durchaus unlöslich erscheinen; z. B. frischgefällte Kieselerde. Wird von einem (organischen) Körper nur ein (oder einige) Stoff durch das Lösungsmittel aufgenommen, während die übrigen ungelöst zurück bleiben, so nennt man diese partielle Lösung: Extraction, und den gelösten Theil nach geschehener Wiedereindickung ein Extract. Auch bei der Auflösung macht man einen ähnlichen Unterschied; KASTNERS Einleit. in d. n. Chem. I. Abschn. — Unterschied des Educts vom Producte. — Auslaugen, Auswaschen, Aussüssen, Auskochen etc. sind verschiedene Benennungen verschiedener Arten partieller Lösung. Ueber Selbstzerfliessen (Solutio per deliquium, deliquescentia) vergl. §. 90. dies. Grundr. Oefters kann die gesättigte Lösung eines Stoffes oder Gemisches, noch bedeutende Mengen von anderen Stoffen oder Gemischen aufnehmen; so z. B. lösen 8 Unzen Wasser, die mit 9 $^1/_2$ Unze grünem Eisenvitriol völlig gesättigt worden, noch 1 $^1/_2$ Unze Seidlitzersalz und 3 Unzen Zucker vollkommen.

7) Die meisten Lösungen sind dadurch zu zerlegen, daſs man entweder das Gelöste durch Gerinnung,

Krystallisation etc. abscheidet, oder durch Erhitzung das Flüchtigere von dem Feuerbeständigeren trennet; z. B. die Saigerung, die Darstellung des reinen Wassers durch Destillation; das Dephlegmiren etc. Gewisse Lösungen und zum Theil auch Auflösungen lassen sich auch dadurch zersetzen, das man ihnen eine Flüssigkeit beimischt, welche mit dem Lösungsmittel mischbarer ist, als mit dem gelösten Stoffe, und daher die Anziehungskräfte beider schwächt oder aufhebt. Z. B. Kampher in Weingeist gelöst, wird durch zugesesztes Wasser gefällt, ebenso Bernstein, Käse, Eiweifs etc. in Vitriolöl aufgelöst, werden durch Wasserverdünnung ausgeschieden.

8) Streng genommen wirken zunächst sämmtliche Lösungsmittel als Auflösungsmittel — s. weiter unten — d. h. als chemische Gegenstoffe, welche in bestimmten Verhältnissen von den zu lösenden Materien angezogen und gebunden werden. Bei den Feuchtziehungen (1. §. III. Cap.) ist die Menge des angezogenen Wassers (so fern die dasselbe anziehende Substanz nicht mehr davon herbeizuziehen und anziehend mit sich zu verbinden vermag) diejenige, welche als Auflösungswasser zugegen seyn würde, wenn der Feuchtzieher überhaupt die Einung mit dem Wasser zu gestatten vermöchte. Eine tabellarische Uebersicht der Mengen Gas, welche von 1 Vol. Wasser verschluckt werden, findet man in m. vergleichenden Uebers. des Systems der Chemie S. 53.

C) Von der Auflösung (Dissolutio).

§. 135.

XXXXIV. Vers. In ein auf einer genauen Waage ins Gleichgewicht gebrachtes Cylinderglas, welches eine Unze verdünnte Salpetersäure enthält,

schütte man nach und nach in kleinen Portionen so lange gepulverten cararischen Marmor oder feine Kreide (d. i. kohlensauren Kalk), bis noch ein Aufbrausen (Effervescentia) erfolgt. Der in dem Marmor enthaltene Kalk wird sich, indem er aufbrauset, d. i. eine Menge von Luftblasen (Kohlensäure) entbindet, mit der Salpetersäure vermöge näherer Verwandtschaft zu einer klaren farbenlosen, scharf salzig schmeckenden, keine Spuren von freier Säure zeigenden, neutralen Flüssigkeit verbinden. Hatte man vor dem Einschütten das Gewicht des verbrauchten Marmors bestimmt, so wird die Summe der Gewichte des entstandenen salpetersauren Kalkes geringer seyn, als sie es vor der Verbindung der Salpetersäure mit dem Kalke war; ein Gewichtsverlust der dem Gewichte des entwichenen kohlensauren Gases entspricht.

Bemerk. 1) Wenn die Lösung von wirklicher Ausgleichung heterogener chemischer Qualitäten begleitet ist, heifst sie Auflösung. Nach Beseitigung aller das Flüssigwerden und die innige Berührung hindernder Umstände, (vergl. oben §. 124. u. vorig. §.) erfolgt die Auflösnng im Verhältnifs der gegenseitigen chemischen Anziehung. Für jedes Auflösungsmittel (Menstruum, Dissolvens) giebt es bei bestimmter Temperatur ein Maximum der Quantität des in ihm auflöslichen Stoffes, und diesen Zustand der Auflösung nennt man die Sättignng (vergl. oben). — Rücksichtlich der zerstörenden Wirkung verschiedener Auflösungsmittel auf organische Theile, nennt man solche Stoffe oder Gemische auch Aetzmittel, und spricht daher von der Aetzbarkeit der reinen Alkalien, verschiedener Säuren, mehrerer Metallsalze und verschied. Pflanzensäfte. (Ueber Winterls Meinung:

dafs die Aetzbarkeit von einem besonders modificirten Sauerstoffe herrühre, mündlich.) Jedoch nennt man auch z. B. die Salpetersäure in Hinsicht ihrer auflösenden Wirkung auf Kupfer ätzend; die Flufssäure rücksichtlich ihres ähnlichen Verhältnisses zur Kieselerde, und daher zum Glase, Porcellan etc. Aetzflüssigkeit. — Ueber das nur in der Idee existirende Menstruum universale oder Alkahest der Alchemisten mündlich.

2) Häufig sind die Auflösungen von Zerlegungen und Gasentbindungen begleitet; die im obigen Vers. entweichende Kohlensäure gewährt ein Beispiel. Will man in solchen Fällen das sich entbindende Gas sammeln, so mufs dieses in Entbindungsflaschen oder Retorten etc. entwickelt und mit Hülfe des pneuvmatischen Apparats in umgestürzten Flaschen, Glocken etc. mit gehöriger Vorsicht aufgefangen werden, die mit einer Flüssigkeit erfüllt und (in der pneuvmatischen Wanne) von ihr unten umflossen (gesperrt) sind, welche das aufzufangende Gas nicht verändert; z. B. Merkur, kaltes Wasser, heisses Wasser, gesättigte Lösung des salzsauren Kalks in Wasser (sie enthält weniger atmosphärische Luft als reines Wasser, und verunreinigt daher die Gase minder stark mit dieser Luft, als dieses selbst bei dem Gebrauche des abgekochten destillirten Wassers der Fall ist) Oel. etc. Schüttet man z. B. im obigen Vers. den kohlensauren Kalk (oder zu diesem Zwecke besser kohlensaure Talkerde) in eine nicht zu geräumige Entbindungsflasche, und giefst nach und nach verdünnte Schwefelsäure darauf, so wird man bei gehöriger Vorsicht ziemlich reines kohlensaures Gas unter, mit heissem Wasser oder mit Merkur gefüllten und damit gesperrten Glocken oder Flaschen auffangen können.

3) Besonders merkwürdig sind in dieser Hinsicht die Auflösungen der Metalle auf nassem Wege (via

humida, d. h. mittelst bereits liquider Auflösungsmittel, im Gegensatz der Auflösung auf trocknem Wege, via sicca, wo das Auflösungsmittel erst durch Erhitzung flüssig aber nicht nässend wird, z. B. die Auflösung des Eisens im geschmolzenen Schwefel) in dem dabei gewöhnlich Gase, entweder aus dem zum Vehikel dienenden Wasser, oder aus dem Auflösungsmittel selbst abstammend, entwickelt werden: nur das Chlor macht rücksichtlich der Gasenentbindung eine Ausnahme Es gilt dabei folgendes: 1) bestehen die Auflösungsmittel aus wasserfreien Flüssigkeiten, so werden sie gewöhnlich selbst zersetzt, vorzüglich wenn es concentrirte Säuren sind, deren Basis dann mit weniger Sauerstoff als zuvor gewöhnlich in Gasform entweicht; z. B. die Auflösung der Metalle in Salpetersäure; in siedendem Vitriolöle, in Oxychlorsäure; 2) enthalten hingegen die Auflösungsmittel Wasser, so wird dieses (*häufig* unter Bildung einer galv. Kette, vergl. §. 116 u. 117.) zu Gunsten des Metalls und seiner Auflösung zum Theil zersetzt, indem dieser Theil seinen Sauerstoffgehalt an das Metall abgiebt, während der Wasserstoff als Gas entweicht. Es können nämlich die schweren Metalle nur in sofern von den Säuren und Alkalien aufgelöst werden, als sie zuvor mit Sauerstoff verbunden (oxydirt) d. i. in Metalloxyde verwandelt sind. Z. B. granulirter Zink oder Eisenfeile in verdünnte Salzsäure aufgelöst entbindet Wasserstoffgas, (Zink in Arseniksäure aufgelöst, entbindet Arsenikwasserstoffgas, Zinn in Salzsäure aufgelöst Zinnwasserstoffgas etc.) dieselben Metalle oder Kupfer oder Merkur etc. in concentr. Schwefelsäure erhitzt, entbinden schweflichte Säure, während im ersteren Fall salzsaure im letzteren schwefelsaure Metallsalze entstehen. Enthält 3) das Auflösungsmittel keinen Sauerstoff, so wird dieser auch häufig aus der atmosphä-

rischen Luft angezogen; z. B. die Auflösung des Kupfers in flüssigem Ammoniak. Auch gehören hieher mehrere Auflösungen auf trocknem Wege.

4) Auch unter sich gehen ungleichartige Metalle mehr oder minder vollkommene Auflösungen ein, wobei wenigstens eines der Metalle flüssig seyn mufs. Z. B. die Amalgame (Quikbreye) welche aus der Auflösung anderer Metalle in Merkur entstehen; z. B. das Goldamalgam, das Kienmeyersche Zinkamalgam vergl. S. 428, das Zinnamalgam (der gewöhnliche Spiegelbeleg) etc.; ferner verschiedene feste Metallgemische oder sog. Legirungen; z. B. das Spiegelmetall zu astronomischen Spiegeln (sog. Stahlspiegel, z. B. zu Hohlspiegeln) d. i. eine Zusammensetzung von Kupfer, Zinn und Arsenik; das weisse Kupfer (weisse Metall) aus Kupfer oder Messing und Arsenik, welches übersilbert Argent haché genannt wird; das Metall der Buchdruckerlettern (Zeug) aus Stibium und Bley, das Schnelloth oder Zinnloth aus Wismuth und Zinn oder Bley; das Muschelsilber (unächtes Mahlersilber) aus Zinn, Wismuth und Merkur; das Messing (Mössing, Aurichalcum) aus Zink und Kupfer, und mehrere ähnliche gelbe Metallgemische (Prinzmetall, Pinschbeck, Tomback, Similor und Mannheimer Gold), deren Farbe um so höher und dem Golde ähnlicher ist, je mehr Kupfer sie enthalten; der Paksong der Chinesen, aus Nickel, Kupfer und Zink; das gewöhnliche bleihaltige Zinn der Geschirre, das weisse Blech aus Eisenblechen und Zinn; die weisse Metallcomposition aus Zinn, Stahl und Wismuth, das Glockenmetall aus Zinn, Kupfer und etwas Messing; das Kanonenmetall aus Glockenmetall und Kupfer; das sogen. ehemalige Mannheimer Gesundheitsgeschirr aus verzinktem Eisen; die rothe, weisse und

gemischte Legirung oder Karatirung des Münzmetalls; die Composition der Probiernadeln; die Verplatinung; Vergoldung; das Versilbern etc.

5) Metalle, welche mit wässrigen Säuren behandelt Wasserstoffgas entbinden machen, geben, wenn sie Schwefel enthielten (z. B. Schwefeleisen) bei ihrer Auflösung in Säuren (oxygenirte Chorsäuren und Salpetersäure ausgenommen) zur Bildung und Entwickelung des Schwefelwasserstoffgases Veranlassung. Das (künstliche) Schwefeleisen entbindet auch schon bei blosser Befeuchtung mit Wasser diese Gasart. (Hier etwas über die künstlichen sogen. Feuerspeienden Berge.) Erhitzt man Schwefel mit Wasserstoffgas so erhält man dieselbe Verbindung, und ausserdem wird sie sehr häufig, bei der Vereinigun- des Schwefels mit Alkalien (Schwefellebern) *auf* trocknem und nassem Wege; bei der Lösung der Schwefelalkalien in Wasser, bei der Zersetzung dieser Lösungen durch verdünnte Säuren; in Gruben, wohin zum Theil die entzündlichen Schwaden gehören, bei der Fäulnifs thierischer Körper etc. erzeugt. Mehrere Mineralwässer enthalten sie gelöst, theils für sich, theils mit harzigen, metallischen und salzigen Theilen verbunden, und verrathen diesen Schwefelwasserstoffgehalt vorzüglich durch einen eigenthümlichen, den faulen Eiern ähnelnden übeln Geruch. Den gasförmigen Schwefelwasserstoff nennt man auch Schwefelleberluft, hepatisches Gas, und neuere Physiker Hydrothionsäure; eine Modification des Schwefelwasserstoffs ist Westrumbs Stinkharz (das manchmal angenehm riecht vergl. Gehlens J. f. Chem. u. Min. VI. 190) u. Bertholllets liquider Schwefelwasserstoff etc. vergl. Kastner's Mater. S. 76 ff. Die sogen. Schwefelmilch ist das feinzertheilte Hydrat des Schwefels. —

Ueber GIMBERNATS und SCHAUBS problemat. Schwefelstickstoff vergl. SCHERERS J. d. Chem. X. 103.

6) Der Schwefelwasserstoff zersetzt die meisten Metallauflösungen in Säuren, indem er selbst vollkommen oder zum Theil zerlegt wird, und Wasser haltige Schwefelmetalle niedergeschlagen werden, während der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe der aufgelöst gewesenen Metalle, sich zu Wasser vereint. Hieher gehört die HAHNEMANNische Weinprobe (Liquor probatorius HAHNEMANNI), aus mit Schwefelwasserstoff gesättigtem Wasser und freier Salz- oder Weinsäure bestehend, welche Bley und Kupfer braun, Merkur schwarz, Stibium orange, Cadmium schmutzig gelb und Arsenik gelb aus sauren Auflös. fällt, während sie vermöge ihrer freien Säure z. B. Eisenoxyd aufgelöst lässt. Blosser Schwefelwasserstoff zersetzt das Eisenoxyd, es in schwarzes Wasser Schwefeleisen verwandelnd.

7) Shwefel, Phosphor und Kohlenstoff verbinden sich mit mehreren Metallen und Metalloiden, in sehr verschiedenen Graden der Anziehung. Mehrere dieser Verbindungen haben ein metallartiges, andere ein mehr erdiges Ansehen, und verschiedene derselben lassen sich durch blosse Temperatur-Erhöhung wieder zersetzen. Auch verbinden sich die genannten drei Stoffe unter sich, und die Mischung aus Schwefel und Phosphor (oben S. 15.), ist entzündlicher als jeder dieser Stoffe für sich. Gold, Zink, und zum Theil auch Kobalt verbinden sich nicht unmittelbar mit dem Schwefel, es sey denn für letztere sehr hohe Temperatur gegeben u. der Schwefeldampf am Entweichen gehindert, wohl aber mit dem Phosphor. Kohlenstoff und Eisen bilden den Stahl. (Mündlich über den Unterschied des Gufs- und Stabeisens.) Die Mischungen des Schwefels mit den übrigen Metallen, kommen häufig natürlich gebildet vor, wohin die Erze ge-

hören, und lassen sich mehr oder minder leicht künstlich darstellen. Z. B. natürl. Zinnober, Schwefelkies, Kupferkies etc. Künstlicher Zinnober, Mussivgold (d. ist Schwefelzinn) etc. — Ueber Cementation.

8) Unter den Alkalien geht das tropfbare Ammoniak nicht mit dem Schwefel, aber wohl mit dem Schwefelwasserstoff und durch dessen Vermittelung auch mit Schwefel Verbindungen ein (flüchtige Schwefelleber oder BEGUINS rauchender Schwefelgeist); auch die Talkerde verbindet sich (unvollkommen) mit dem Schwefel, und stellt wie Kalk, Strontian und Baryt, eine sogen. gelblich weisse erdige Schwefelleber dar. Kali und Natron bilden mit dem Schwefel leicht lösliche (dabei mit Wasserstoff sich schwängernde) und leicht schmelzbare braungelbe Mischungen, welche, Zink ausgenommen, die meisten übrigen Metalle *auflösen* (metallhaltige Schwefellebern). In *sämmtlichen* Schwefellebern befinden sich die Alkalien im Zustande der Oxydule d. s. unvollkommene Oxyde ihrer respectiven Grundlagen mit Schwefel vereint; eine ähnliche Bewandnifs hat es mit den Phosphorlebern. Der Phosphor verbindet sich nemlich nur unvollkommen mit dem Ammoniak, Kali u. Natron, wohl aber mit den erdigen Alkalien und mit der Talkerde zu chokoladenfarbenen sog. Phosphorlebern, welche auch das Wasser zersetzen, und dadurch (z. B. ins Wasser geworfen) Phosphor-Wasserstoffgas entbinden. Dasselbe Gas erhält man auch, wenn man fixe Aetzalkalien mit Wasser und Phosphor vorsichtig zum Kochen erhitzt. Es riecht nach faulenden Fischen oder Leichen, entzündet sich von selbst bei Berührung der (Sauerstoff-haltigen) Luft, verbrennt mit vielem ringelförmig in die Höhe steigenden Rauche, der den erwähnten Geruch verbreitet und gröfstentheils aus wässeriger unvollkomme-

ner Phosphorsäure besteht. Es löst sich unvollkommener in Wasser auf, als das Schwefelwasserstoffgas, zersetzt ebenfalls Metallauflösungen, und ist im Verhältniſs der Abnahme seines Phosphorgehaltes weniger selbstentzündlich.

9) Aus den Verbindungen des Kali oder Natron mit Siliciumsäure (Kieselerde) entsteht das Glas, welches um so weicher ist, je weniger Säure es enthält. Wird das Glas in einer Umgebung von Sand und Gyps gelinde geglüht, so verflüchtigt sich etwas Alkali, die Masse erleidet eine unvollkommene (fasrige) Krystallisation, wird undurchsichtig und so hart, daſs sie am Stahle Funken giebt; man nennt dieses die Entglasung (vergl. m. Einleit. in d. n. Chem. I. Abschn.) und die entglaste Masse selbst: Reaumurisches Porzellan. (Ueber gekühltes und ungekühltes Glas; vergl. 376—378 dies. Grundr. m. Einl. in d. n. Chem. a. a. O.) Ein Theil Kali und drei Theile Silicumsäure ist dem äusseren Ansehen nach noch glasartig, zerfliesst aber an der Luft und löst sich leicht im Wasser auf; diese Lösung ist unter dem Namen Kieselfeuchtigkeit Liquor siliceum bekannt, und wird durch jede Säure zersetzt. Ueber Krystallglas und Crownglas mündlich.

10) Mehrere Metalloxyde sind durch blosse Temperatur-Erhöhung für sich verglasbar, und äussern dann ähnliche Anziehungskräfte gegen (Thonerde und) Siliciumsäure als die leicht löslichen fixen Alkalien. Z. B. verglastes Stibiumoxyd; Bleiglas, Emaille etc. Die meisten Metalloxyde gehen mit wirklicher Glasmasse, oder anch mit sonst glasartigen erdigen Mischungen (z. B. Porzellanmasse, Töpferwaare etc.) innige Verbindungen ein; dahin gehören die Glasflüsse (Amausa) oder künstliche Edelsteine, das saphirblaue (Kobaltoxyd-haltige) Glas; die Glasuren irdener Geschirre, und die Porzel-

lanmalerei. Ueber die Glasmalerei der Alten und der Neueren; d. Gewerbsfr. IV. — DOLLONDS Flintglas aus Kieselerde, Kali und Bleioxyd, s. Cap X.

11) Die Metallauflösungen in Säuren, werden durch Alkalien zersetzt, und die Niederschläge bestehen gewöhnlich nur aus Metalloxyden oder auch aus Hydraten, seltener aus diesen in Verbindung mit etwas Säure, und noch ungewöhnlicher aus neu erzeugten Verbindungen der Metalloxyde mit anderen im Auflösungs- und Niederschlagungsmittel enthaltenen Stoffen. Merkwürdig unter den Letzteren sind das Knallgold, Knallplatin und Knallsilber; das Silber und das Merkur geben durch Behandlung ihrer Auflösungen in Salpetersäure mit Alkohol (wasserfreiem Weingeist) ähnliche, unter andern wahrscheinlich Oxalsäure haltige, fulminirende Mischungen, von denen die der erst genannten Metalle als Salze zu betrachten sind, in denen das *Oxyd des* schweren Metalls als Säure wirksam ist, *während* das Ammoniak die Salzbasis ausmacht. Beide Substanzen scheinen gegenseitig in grosser electrischer Spannung gehalten zu seyn, welche durch Erhitzung zur electrischen (Funken-) Entladung und damit zugleich zur Wassererzeugung aus dem Wasserstoff des Ammoniaks und dem wenig innig gebundenen Sauerstoff des edlen Metalls, so wie zur Ausscheidung von Stickgas führt. Die plötzlich frei werdende Gase werden in grosser Menge entwickelt, und treiben daher die umliegenden atmosphärischen Luftschichten heftig auseinander, und versetzen sie dadurch in starke Schwingungen. Dasselbe findet statt beim Knallpulver (einem Gemenge aus drei Theilen trocknem Salpeter, zwei Theilen kohlensaurem Kali und einem Theile Schwefel), beim Schiefspulver wenn es in grossen Massen frei liegend (wo die atmosphärischen Luftschichten, bei der ausserordentlichen Menge entwic-

kelter Gase, selbst denjenigen Widerstand leisten, der beim Knallpulver durch die zähe Salzhaut, und bei kleineren eingeschlossenen Schiefspulvermengen durch die Seitenwände und den Propf des Schiefsgewehrs gegeben ist, und wie jener plötzlich überwunden wird), oder bei kleineren aber eingeschlossenen Mengen entzündet wird; beim Verpuffen (Detonatio) salpetersaurer oder Oxychlorsaurer Salze mit brennbaren Materien, wohin die mit heftiger Explosion begleiteten Verbrennungen des Phosphors oder Schwefels mit oxychlorsaurem Natron oder Kalk oder statt dessen mit salpetersaurem Silber, und die Einrichtung der neuen Feuerzeuge mit Vitriolöl enthaltenden Fläschchen gehoren etc. Ueber die heftigen Explosionen des Chlorstikstoffs und Jodstikstoffs s. m. Grundzüge a. a. O.

12) Aus dem Organischen abstammende sog Stoffe, z. B. Kleber, Satzmehl, Eiweifs etc. gehen mit Erden, Metalloxyden und Alkalien gewöhnlich nur sehr unvollkommene Verbindungen ein; Ausnahmen machen alkalische Seifen (aus Alkalien und Fett, z. B. Oel oder Unschlitt bestehend), über die Wachsseife und ihre Anwendung zur encaustischen Malerei, über den Gebrauch der Seife zum Waschen etc. vergl. m. Grdzg. Cap. VII. Die Verbindungen der Faser und der Pigmente mit Metalloxyden, Erden und Salzen (deren Benutzung in der Färberei und beim Zeugdrucken); diejenigen des Gerbestoffes und der Gallussäure mit Metalloxyden und einigen Erden (mit schwefelsaurem vollkommen Eisenoxyde, Wasser und etwas Gummi zur schwarzen Tinte); des vegetab. Eiweifses mit Kalk (das Hartwerden der Hülsenfrüchte in Kalksalze haltigem Wasser etc.) etc. Vergl. meine Grundzüge Cap. VII. Eben so verbindet sich auch die sog. Blausäure (d. i. Wasserstoff durch Kohlenstikstoff oder sog. Blaustoff gesäuert), desgleichen die Schwefelblausäure (Anthrazothion-

säure, d. i. Schwefel haltiger Blaustoff als Säurer des Wasserstoffs, mit letzterem zur Säure verbunden) Eisenblausäure etc. mit Alkalien und einigen Erden, welche Mischungen durch wechselseitige Zerlegung die meisten Matallauflösungen zersetzen. Hieher gehört die Entstehung des Berlinerblau, des preuss. Roth etc.; vergl. I. S. 81. u. m. Grundzüge a. a. O.

13) Bringt man frisch ausgeglühte und in Merkur abgelöschte reine Pflanzenkohle in verschiedene Gasarten, so werden diese von der Kohle absorbirt, meistentheils ohne mit dem Kohlenstoffe auflösende Verbindungen einzugehen, und lassen sich gewöhnlich daraus durch blosse starke Temperatur-Erhöhung scheiden. Beispiele gewähren die Absorbtionen der atmosphärischen Luft, des Sauerstoffgases, Stikgases und Wasserstoffgases durch Kohle. Glühende Kohle in Wasser abgelöscht wird auf Kosten eines *Theiles* zersetzt werdenden Wassers hydrogenirt. Wasserdämpfe über glühende Kohle geleitet, liefern Kohlensäure und etwas Kohle haltiges Wasserstoffgas; vergl. S. 504. Auch Dämpfe ätherischer Oele, riechende in Wasser oder Weingeist gelöste Stoffe etc. werden von frisch ausgeglühter Kohle absorbirt. Ueber den Nutzen der Kohle als Reinigungsmittel; über ihre Fäulnifs hemmende Eigenschaft; über ihre Brauchbarkeit als Mittel gegen den Salpeterfrafs der Mauren und Wände, der Reinigung der Stubenluft mündlich. Auch die Oele und ähnliche Flüssigkeiten absorbiren häufig gasige Stoffe.

14) Mehrere sog. pflanzliche und thierliche Bildungstheile gehen unter sich zum Theil sehr merkwürdige Verbindungen ein; z. B. die Verbindung des Gerbestoffes mit thierischer Gallerte und gallerthaltiger Faser; (hier etwas über Lohgerberei und Gerberei überhaupt) des Eiweisses mit

Oel etc. und öfters sind diese Verbindungen ohne Zerstörung dieser Stoffe selbst nicht wieder chemisch zu zersetzen.

D) Von der Verbrennung (Combustio).

§. 136.

XXXXV. Vers. In eine zur Hälfte mit destillirtem Wasser gefüllte Schale, stelle man auf einem nicht umschlagenden Brettchen eine kleine Weingeistlampe, zünde den Weingeist an, und stürze nun eine geräumige oben mit einem eingeriebenen Stöpsel luftdicht verschlossene Glasglocke darüber, so dafs ihr Rand vom Waseer umflossen ist (die Höhe des Wasserstandes bemerkt man durch einen auswendig angeklebten Papierstreifen); der brennende Weingeist wird bald mit schwächerer Flamme brennen und verlöschen, und das Wasser der Wanne nach und nach innerhalb der Glocke höher steigen, als es ausserhalb derselben steht. Nachdem die Glocke erkaltet, ziehe man den Stöpsel der Glocke heraus und tauche schnell einen brennenden dünnen Papierstreifen hinein; er wird sogleich verlöschen, und dadurch anzeigen, dafs die nach dem Verbrennen des Weingeistes übrig gebliebene Luft der Flasche, nicht mehr zur Einleitung und Unterhaltung des Verbrennens brennbarer Körper taugt. Untersucht man nach Beendigung des Versuchs die Glocke und das Wasser derselben, so findet man die oberen inneren Glockenwände mit kleinen Wassertropfen beschlagen, welche nicht sowohl aus dem fast ganz kalt gebliebenen Wasser der Schale abstammen kön-

nen, sondern grösstentheils durch die Verbrennung des Weingeistes erzeugt sind; und alles in der Glocke und Wanne befindliche Wasser röthet Lakmuspapier und trübt Kalkwasser, indem es daraus kohlensauren Kalk niederschlägt; enthält mithin ebenfalls durch das Verbrennen des Weingeistes erzengte Kohlensäure. Die nach dem Verlöschen der Weingeistflamme in der Glocke gebliebene, zum Verbrennen untauglich gewordene Luft, ist auch zugleich irrespirabel, und wird daher Stickluft (verdorbene oder phlogistische Luft) oder Stickgas (Salpeterstoffgas, azotisches Gas, Gas azoticum) genannt.

Bemerk. 1) Als Lavoisier auf ähnliche Weise in einem atmosph. Luft enthaltendem verschlossenen und unten durch Merkur gesperrten *calibrirten* Glascylinder, Phosphor (auf 9 Cub. Zoll. paris. eingeschlossener Luft etwa 1 Gran) mittelst eines Brennglases durch Sonnenlicht entzündete, so wurde durch die entstandene srarke Hitze die Luft zuerst ausgedehnt, nachgehends aber sehr bald rücksichtlich ihres Volums vermindert, und das Merkur stieg in dem Cylinder über das Zeichen des früheren Standes soweit hinaus, dafs nach vollkommenem Erkalten die atmosphärische Luft um etwa 1/5 ihres Volums vermindert war. Auf dem Merkur fand sich nach beendigter Verbrennung weisse zerfliefsliche phosphorichte Säure, die vor dem Zerfliessen gewogen mehr betrug, als das absolute Gewicht des Phosphors vor dem Verbrennen gewesen war; so dafs etwa jeder Gran Phosphor 2 1/2 Gr. trockne Säure geliefert hatte, wozu 3 C. Zoll paris., d. i. ohngefähr 1 1/2 Gr. Luft verbraucht worden war. Ueber spätere hieher gehörige, das Bestandtheilverhältnifs der verschiedenen

Arten der Phosphorsäure berichtigende Vers. s. m. Grundzüge Cap. VII.

2) Jeder zu entzündende Körper heischt eine gewisse Temperatur-Erhöhung; z. B. lockere Holzkohle 150° Reaum., Schwefel 120° R., Phosphor 40° R.: und in einer gegebenen Menge reiner athmosphärischer Luft, kann nur eine gewisse Menge des brennbaren Körpers verbrennen; beim Ausschluss der atmosphärischen Luft hört das Verbrennen ganz auf. Daher wird es verstärkt durch vermehrte Zuströmung der Luft; wie dieses die Einrichtung der Blasebälge, und anderer Arten der Gebläse, des Löthrohrs, der Windöfen, der Argand'schen Lampe etc. beweisen. Das Gewicht des verbrannten Körpers (gleichgültig ob er im festen oder tropfbaren oder expansibel flüssigen Zustande existirt) findet sich jedesmal um soviel erhöht, als das der zum Verbrennen nöthigen Luft vermindert wurde; eine Erfahrung die zwar schon früher durch Ray, Hook, Mayow angedeutet, durch Lavoisier aber zuerst vollständig gemacht wurde, und diesen dazu führte sein sog. antiphlogistisches System der Chemie zu gründen, indem er das Verhältnifs des in der atmosph. Luft bei der Verbrennung eigentlich thätigen Bestandtheils derselben (des Sauerstoffs) gegen alle brennbare Materien festzusetzen sich bemühte. Vergl. S. 44, 45 u. 206. N. 3. Nach Stahls älterer durch Lavoisier als ungegründet beseitigten Ansicht der Verbrennung (vergl. a. a. O.) besteht jedes Verbrennen in einer Entwickelung des (in verschiedenen quantitativen Verhältnissen und mit verschiedener Stärke gebundenen) in allen brennbaren Materien angeblich vorhandenen Phlogistons (daher die Benennung phlogistische Körper), welches bei der Verbrennung vermöge näherer Anziehung zur Luft entweicht und mit der Luft sich verbindend, diese in Stickgas (daher der Ausdruck phlogistische Luft)

verwandelt. — Lavoisiers bestimmte Versuche stiessen diese Ansicht um, ohne jedoch eine vollkommen genügende Theorie der Verbrennung an die Stelle zu setzen; zu der wir bei der jetzigen Kenntnifs der Electricität, wie es scheint, zu gelangen im Begriffe stehen. Indem nämlich im Sauerstoffe allen brennbaren Stoffen eine allgemeine thätige Masse gegenüber gestellt wird, dringt sich die Frage nach einem ähnlichen allgemeinen Gegensatze brennbarer Materien auf; und da zur Zeit noch nicht erwiesen ist, dafs alle brennbare Stoffe Wasserstoff (als den vollkommensten Gegensatz des Sauerstoffs) enthalten und die galvanischen Versuche die Nothwendigkeit der Gegenwart des electr. Gegensatzes bei chemischen Actionen überhaupt nachzuweisen scheinen, so dürfte wohl in — E der eigentliche Sauerstoff im + E das eigentliche Phlogiston zu suchen seyn; s. oben S. 189. Winterls Ansicht der chemischen Thätigkeit kommt dieser, (welche den electr. Gegensatz zum Gegensatz der Verbrennung macht) entgegen; indem sie aber auch Acidität und Basicität von demselben Gegensatze ableitet, läfst sie den Verbrennungsprocefs zugleich bei allen Salzbildungen wiederkehren. — W. selbst bezeichnet indefs, umgekehrt, den Gegensatz der Verbrennung und den der Electricität durch jenen Gegensatz des Salzes; Verbindungen mehr homogener Stoffe z. B. Säuren mit Säuren, Basen mit Basen (Doppelsäuren und Doppelbasen) nennt er Synsomazien. Indem W. das Wasser als durch die Electricitäten in Sauerstoff und Wasserstoff verwandelt annahm, hielt er zugleich dafür, dafs jedes säurungsfähige und jedes basirungsfähige Substrat (oben S. 120) eine (zum Theil von den besonderen Verhältnissen seines Bandes abhangende) verschiedene Stufen-fähige Capacität für — oder + E besitze; so dafs ein und dieselbe Säure abgestumpft, gesäuert und übersäuert, und eine

und dieselbe Base in ungleichen Verhältnissen der Basicität existiren könne. So war ihm z. B. die Wassersäure der atmosphärischen Luft mässig gesäuert, die der Glühhitze ausgesetzt gewesene gewöhnliche reine Lebensluft, hingegen eine sehr gesäuerte oder öfters auch übersäuerte Wassersäure. Dabei glaubte er gefunden zu haben, dafs jede Stufe von Acidität auch eine entsprechende Stufe von Basicität heische, um zur wirklichen Ausgleichung und Mischung der Substrate zu gelangen; z. B. Mangan erfordere eine Wassersäure von höchst geringer Begeistung, die mithin dem Wasser selbst sehr nahe komme; Eisen eine etwas mehr gesäuerte etc. Wismuth, die der atmosphärischen Luft, Gold möglichst gesäuerte. Daher könne es kommen, dafs z. B. ein Metall in reinster Lebensluft nicht vollkommen verbrenne, während dieses in der Lebensluft der atmosphärischen Luft vollkommen von Statten gienge etc. und umgekehrt könnten Metalle in der gröfsten Menge atmosphärischer Lebensluft unverbraunt bleiben etc. Dafs verschiedentlich starke Electrisirung die chemische Ziehung der Gegenstoffe zu verändern vermöge, zeigten schon die Verbrennungen der Metalle mit Hülfe der galv. Säule, wiewohl sich die hieher gehörigen Erscheinungen zum Theil auch aus der galvanisch ausgeschiedenen Wärme erklären lassen. Ueber den wichtigen Einflufs der Dichte der Verbrennungsgase, z. B. des Sauerstoffgases auf den Verbrennungsprocefs weiter unten.

3) Gewöhnlich nennt man nur die Sauerstoffverbindungen Verbrennungen, welche mit Lichtentwickelung verbunden sind, hingegen solche welche scheinbar nicht von diesem Phänomen begleitet sind, schlechthin Oxydationen. Indefs sind diese Bestimmungen sehr relativ; von Oxydationen bei denen wir kein Leuchten wahrnehmen, sind wir deshalb noch nicht berechtigt zu sagen, dafs sie kein Licht entwickeln,

sondern nur dafs unser Auge zu lichtreich ist, um die geringen und langsamen Entwickelungen des Lichtes bemerken zu können. LAVOISIER hält den Sauerstoff für die eigentliche Lichtquelle, andere mit mehr Recht sowohl den Sauerstoff als die brennbaren Stoffe. Uebrigens ist die gewöhnliche (Sauerstoff-) Brennung nicht der einzige chemische Procefs wobei Licht entwickelt wird, sondern man bemerkt dergleichen auch bei anderen durch heftige Anziehung sich characterisirenden Mischungen, und ausserdem auch an verschiedenen Thieren. — Die bekanntesten von ihnen sind, die leuchtenden Johanniswürmer (Lampyrides noctilucae), die Laternenträger (Fulgore), der Springkäfer (Elater noctilucus et Phosphoreus), die Seefeder (Pennatula phosphorea), die kleinen leuchtenden Seewürmer (Nereides noctilucae), die Bohrmuscheln (Pholades), die Mollusken (vergl. VOIGTS Magaz. für die ges. Naturk. Bd. IX.) u. a. m. Nach CAVALLO (dessen Abhandl. über Natur u. Eigenschaft der Luft etc. S. 646. 669. 675.) und BECKERLHINN (in v. CRELLS Ann. 1789. Bd. I. S. 309—314) wandeln die Zündwürmer das Wasserstoffgas in Knallluft (d. i. ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas) um, sterben in salpeter- schweflichtem- und salzsaurem Gase binnen zehn Minuten, leben in freier Luft am besten, jedoch auch 37 Tage hindurch im relativ luftleeren Raume des Recipienten der Luftpumpe, in welcher Zeit sie zwei mal leuchteten. Die Flufskrebse leuchten im Brachmonat während der Begattungszeit (vergl. ROZIERS Observ. phys. etc. T. XXVIII, S. 67), die Eidechseneier, wenn sie geschüttelt werden (vergl. GRINDEL im Naturforscher St. III. S. 218), eben so einige Wurmarten, Katzenkoth u. Fische (besonders der Weifsfisch, die Makrele, der Häring und der Dorsch) wenn sie in Fäulnifs übergehen. «TANTON (Phil. Transact. LIX. 446)

und in neueren Zeiten Hulme (ebend. 1800. p. 161) fanden, dafs eine halbe Drachme jener Fischsubstanz in eine Flasche mit zwei Unzen Seewasser, oder mit einer Lösung von einer halben Drachme Kochsalz, oder mit zwei Drachmen Bittersalz (schwefelsaurer Talk) in reinem Wasser, begossen, an einen dunkeln Ort hingestellt, nach Verlauf von drei Tagen, auf der Cberfläche der Flüssigkeit einen leuchtenden Ring bildeten; geschüttelt, verbreitete sich das Leuchten durch die ganze Masse und hielt mehrere Tage an. Mässige Hitze vermehrte es, durch Siedhitze wurde es zerstört. Auch schwand das Leuchten bei einem Zusatze von concentrirten, wässrigen Lösungen des Kalks, der Kohlensäure, der Hydrothionsäure, der übrigen Säuren und Alkalien, des salzsauren Ammoniaks, oder Salmiaks, des Kochsalzes, und des schwefelsauren Talks; so wie auch durch Vermischung mit gegohrnen und geistigen Flüssigkeiten, kam aber wieder zum Vorschein, wenn man die Flüssigkeit mit Wasser verdünnte.» — Feuchtes faules Holz (dessen Leuchten schon Plinius kannte) die im gleichen Zusande sich befindenden Wurzeln der Valeriana off., des Solanum tuberos. (Kartoffeln), der Tormentilla reptans, die faulende Substanz des Tintenwurms (Sepia officin.), die Fischaugen und die phosphorescirenden Medusen sind sämmtlich nebst vielen anderen als leuchtende Substanzen bekannt; vergl. A. v. Humbolds Ansichten der Natur. Tübingen 1808. 12. S. 219 etc. Diesem der Erscheinung, aber «nicht den Bedingungen» nach, ähnlich ist auch das Leuchten des Cantonschen, Marggrafschen, Balduinschen und Hombergischen Phosphors oder Leuchsteins und des bononischen Steines, von denen der erstere, von Canton 1764 entdeckt, Schwefelkalk, der zweite dieselbe Substanz oder Schwefelbaryt, der dritte salpetersaurer Kalk, der vierte salzgesäuerter geschmol-

zener Kalk, der leztere von Vincenzo Cascariolo aus Bologna 1639 entdeckt — geglüheter Bologneserspath oder Schwefelbaryt ist, von denen die schwefelhaltigen vielleicht sämmtlich etwas Wasserstoff enthalten. Sie leuchten im Dunkeln, wenn sie entweder zuvor dem Lichte anderer leuchtender Körper ausgesetzt, oder statt dessen (nach Marggraf) stark erhitzt wurden, und behalten diese Beschaffenheit lange Zeit hindurch in hermetisch verschlossenen Glasröhren, bei gänzlicher Entfernung der atmosphärischen Luft, den Beobachtungen eines Kunkel, Hagen, Gehlen und Trommsdorff zufolge. Man nennt diese und mehrere andere ihnen ähnliche Gemische: Lichtmagnete oder Leuchtsteine oder Phosphoren und das Phänomen selbst die Phosphorescenz durch Insolation. Vergl. m. System d. Chemie S. 000., wo man die wichtigsten hieher gehörigen Erscheinungen zusammengestellt findet. Ueber das Leuchten bei Erhitzung einer Mischung aus Schwefel und Kupfer (u. a. Metallen), über das Leuchten des Meerwassers etc. (vergl. v. Humboldt a. a. O.) s. Cap. X.

4) Schüttelt man Blei- oder Zinnamalgam in einer reine atmosphärische Luft enthaltenden, wohl verstopften Flasche anhaltend, so wird das Amalgam nach und nach ohne merkbare Lichtentwickelung in schwarzgraues Oxyd verwandelt; öffnet man jetzt die Flasche unter destillirten Wasser, so steigt dieses wie im obigen Vers. in die Flasche, und die rückständige Luft, ist sehr reines Stickgas. — Setzt man ein kleines athmendes Thier (z. B. einen kleinen Vogel) unter eine atmosphär. Luft enthaltende mit Merkur gesperrte Glocke, so wird er in kurzer Zeit ersticken, und die rückständige Luft wird sich als ein Gemenge von Stickgas und kohlensaurem Gase verhalten. Ein ähnliches Gasgemenge wird man auch erhalten, wenn man Pflanzensaamen (mit

Hülfe einer gehörigen Menge von Feuchtigkeit) in einer ähnlichen Vorrichtung keimen läfst; oder wenn man junge grüne (lebende) Pflanzen, während der Nachtzeit (im Dunkeln) in dieser Vorrichtung vegetiren läfst, oder auch wenn man Humus (statt dessen auch Ackererde) darin einige Zeit der atmosph. Luftberührung aussetzt. Ueber die angebliche Zerlegung der atm. Luft durch Kalk, Baryt und Thonerde mündlich. Die nachtheiligen Wirkungen der Bittererde auf den Acker- oder Gartenboden und die wohlthätigen des Kalks scheinen zunächst in dem electrischen Erregungsverhältnifs dieser Beimischungen begründet zu seyn; denn während der Kalk (desgleichen der Gyps) gegen Thon und Sand + E erhält, wird die Bittererde kaum merklich negativ electrisch, daher denn auch der Kalk die Verwesung befördert, während die Bittererde sie hindert.

5) Da die Atmosphäre auf so vielfache Weise täglich in ihrem Oxygengehalte Verminderungen erleidet, so glaubte man, dafs wenigstens an Orten wo augenscheinlich mehr Sauerstoff als an anderen consumirt wird, z. B. in den Wohnzimmern wo viele Menschen athmen, Kerzen brennen etc., auch das gewöhnliche Verhältnifs von 0,79 Stickgas und fast 0,21 Sauerstoffgas (nebst etwas Kohlensäure und Wasser) nachtheilige Aenderungen erleide; allein die Untersuchungen v. Humboldt's und Gay-Lussac's (Gehlens N. A. Journ. d. Chem. V. 55. ff.) haben gezeigt, dafs dieses Verhältnifs der wesentlichen Bestandtheile der Atmosphäre dasselbe bleibe, gleichgültig ob die Luft aus fernen Höhen oder in Thälern, oder aus Wohnstuben wo mehrere Menschen athmen und viele Kerzen brennen genommen sey. Was eine solche Luft verdirbt, sind mithin die (stetem Wechsel unterworfenen) verschiedenen Ausdünstungsmassen, Kohlensäure etc., überhaupt die unwesentlichen Mischungs- und Mengungstheile der Atmosphäre; was

hingegen die zu athmende Luft stärkend und erfrischend macht, ist vorzüglich das gehörige Maas der Luftelectricität. Guyton's saure (oder vielmehr Chlor-) Räucherungen; aus 8 Kochsalz, 3 Manganoxyd und 5 Schwefelsäure. Ueber Luftreinigung durch Kohle s. oben S. 224.

6) Sehr häufig hat man sich bemüht den Gehalt an Sauerstoffgas in der Atmosphäre zu messen, und mehrere Mittel und Einrichtungen (Eudiometer oder Oxymeter) sind in dieser Rücksicht versucht worden. Eines der ältesten Geräthe dieser Art ist das Salpetergas Eudiometer des Priestley, Fontana, v. Saussure u. m. a.; von späterer Erfindung sind Rebouls und Seguins, Berthollets u. Grens, und v. Humboldts Phosphor-Eudiometer; Scheele's, Hope's, Berthollets, Guytons und v. Humboldts Schwefelalkali- und Schwefeleisen-Eudiometer; das salzsaures Zinn zur oxydirbaren Substanz habende E des Pelletier und Votta's Wasserstoffgas-Eudiometer, welches nach v. Humboldt und Gay-Lussac (a. a. O.) als das vorzüglichste zu betrachten ist. Döbereiner's wohlfeile Wasserstoffeudiometer, Schweizger's Journ. XVI. 87. Ueber die Schwierigkeiten richtiger Angaben des Sauerstoffgehaltes durch die Eudiomerer und über die Einrichtung und den Gebrauch der Eudiometer mündl. — Oerstedt Krit. d. Eudiometrie in Gehlens J. V. 365. Vergl. mit m. Einleit. in d. n. Chem. S. 138. ff.

7) Lavoisier ersann eine Geräthschaft, bei welcher alles, was sich auf die Ausdünstung des Menschen bezieht, ausserhalb, und was das Athemholen betrifft, innerhalb beobachtet werden kann. Er stellte hierüber in Seguins Gesellschaft sehr mühsame Versuche an, aus denen sich ergab, dafs der gesunde Mensch innerhalb 24 Stunden 33 Unzen Sauerstoffgas verbraucht, und dafs sich in demselben Zeitraume aus seinen Lungen 8 Cubicfufs kohlensaures Gas

entwickeln wovon ohngefähr 1/3 Kohlenstoff und 2/3 Sauerstoff sind; und daſs sich in gleicher Zeit in den Lungen 1 Pfund 7 Unzen Wasser (durch Verbrennen von Wasserstoff und Sauerstoffgas) erzeugen, wovon ohngefähr 3 Unzen Wasserstoff und 20 Unzen Sauerstoff sind. Vergl. m. Syst. d. Chemie, S. 85. Davy entwickelte aus dem Blute der Lungenschlagader durch Erwärmung bis 200 F. Sauerstoffgas; a. a. O.

§. 137.

XXXXVI. Vers. Unter eine mit reinem Sauerstoffgas gefüllte und mit Merkur (oder Wasser) gesperrte Glocke, bringe man vorsichtig ein in einem Schälchen liegendes Stückchen trocknen Phosphors, von der Grösse einer ganzen oder halben Erbse, und zünde dann mittelst eines an dem abstehenden Ende stark erhitzten Drathes (den man nach dem Berühren des Phosphors schnell herauszieht und die Glocke augenblicklich wieder luftdicht verschlieſst), oder zweckmässiger durch Sonnenlicht mit Hülfe eines Brennglases, den Phosphor an: er wird mit einem dem Auge unerträglichen Glanze, unter Bildung eines weissen schimmernden Rauches, der endlich die Flamme umhüllt, verbrennen, und dadurch das Gasvolum stark vermindern. In demselben Verhältniſs wie das Gas vermindert wird, steigt das Merkur innerhalb der Glocke in die Höhe, und war das Gas vollkommen rein, und lag auf dem Merkur die gehörige Menge des durchs Brennglas entzündeten Phosphors; so füllt sich die ganze Glocke mit Merkur, worauf eine weisse, zerflieſsliche, sehr saure Substanz, die durch das Verbrennen erzeugte

Phosphorsäure schwimmt, deren absolutes Gewicht um so viel mehr wie das des Phosphors beträgt, als das verschwundene Sauerstoffgas gewogen hatte.

Bemerk. 1) In atmosph. Luft verbrennt der Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur unter Leuchten sehr langsam, unter schwachem Schimmer zunächst zur unvollkommenen Phosphorsäure (die durch mehr angezogenen Sauerstoff nach und nach vollkommen wird) in Lebensluft leuchtet (verbrennt) er bei gewöhnlicher Temperatur nicht, hingegen sogleich, wenn etwas Stickgas beigemischt wird, wodurch sich Phosphorstickgas (von einem eigenen unangenehmen Geruche) erzeugt, in welcher Verbindung der Phosphor nur in der Lebensluft leuchtet. Meine Grundzüge Cap. VII. — Verbrennt man Schwefel in atmosphärischer Luft, so erzeugt sich schwefelichte Säure, die sich durch den bekannten Geruch des brennenden Schwefels zu erkennen giebt, und eine gasförmige, im Wasser lösliche, Sauerstoff anziehende Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoffe darstellt. (Ueber das Bleichen der Wolle, über die Zerstörung mehrerer Pigmente durch Schwefelung mündlich.) Verbrennt man hingegegen den Schwefel (z. B. Schwefelfaden) in verdichteter Lebensluft, so brennt er mit höchst lebhafter fast weisser Flamme, ohne Verbreitung des bekannten Geruchs, zur vollkommenen sehr sauren, geruchlosen, Schwefelsäure oder Vitriolsäure. (Ueber die Bereitung dieser Säure im Grossen; d. Gewerbsfr. IV.) Glühende Kohle verbrennt in der Lebensluft mit Flamme und Funkenwerfen zu Kohlensäure; eine unvollkommene Kohlensäure ist nicht bekannt (man müfste denn mit Döbereiner die Oxalsänre dafür nehmen; s. m. Grundzüge a. a. O.) denn das gasförmige Kohlenoxyd gehört nicht hieher, indem

es ein durchaus unsaures, halb so viel Sauerstoff als die Kohlensäure enthaltendes Oxyd ist. Glimmender Feuerschwamm, glimmende Holzspähne etc. entflammen in Lebensluft; mit sehr glänzender Flamme brennen darin angezündeter Kampher, Weingeist, ätherische Oele, und Aether. Bringt man in eine mit sehr reiner Lebensluft gefüllte, oben mit einem zu öffnenden Stöpsel versehene Glocke, die in eine Schale mit Wasser gestellt ist, einen platt gehämmerten spiegelförmig gewundenen Eisendrath (oder eine frei zugespitzte Uhrfeder) der mit dem stumpfen Ende in den Korkstöpsel befestigt ist, nachdem man zuvor das spitze Ende mit etwas glimmendem Feuerschwamm oder Korkholz versehen hatte; so wird das Eisen weifsglühend mit einer längst dem Drathe hinauf laufenden Flamme, von ausserordentlichem Glanze, unter Herumsprühen von Funken und feurigen Kugeln, zu Eisenoxyd verbrennen, welches geschmolzen in glühenden Tropfen (die kurze Zeit unter dem Wasser glühend bleiben) gleich einem feurigen Regen zu Boden fällt. Das absolute Gewicht dieses Eisenoxyds ist grösser, als das des Eisens vor dem Versuche war. (Ueber die Einrichtung und Wirkung des Sauerstoffgebläses.) Ein ähnliches Verbrennen und Schmelzen erleidet das Eisen täglich, bei jedem Feuerschlagen mittelst Stahl und Stein.

2) Sperrt man einen Vogel oder ein anderes kleines Thier in eine Glocke mit dieser Luft, so athmet dieser darin freier und munterer, und lebt vier bis fünf mal länger, ehe er in dem durch das eigene Athmen erzeugten kohlensauren Gase erstickt, als wenn die Glocke mit atmosphärischer Luft gefüllt gewesen wäre. In reiner Lebensluft würden wir sehr schnell leben und eine innere Temperaturerhöhung erleiden, welche die organische Beschaffenheit und den org. Bestand der einzelnen flüssigen und festen Theile, sehr bald zerstörte. In wiefern die thierische Wärme

und die Kohlensäureausscheidung aus dem venösen Blut mit dem Athmungsprocesse zusammen hängt; m. Syst. d. Chem. S. 81.

3) Ohnerachtet alle Metalloxyde (sonst auch Halbsäuren; Metalkalke genannt) Sauerstoff enthalten (S. 192), so lässt sich dieser doch nur aus wenigen durch Glühhitze als Lebensluft abscheiden. Hieher gehören die Oxyde der edlen Metalle (Gold, Platin, Silber und Palladium), die des Merkurs, und zum Theil auch Nickels und Bleies. Indefs scheinen nach Clarkés u. A. Vers. bei der Hitze welche verbrennende, comprimirte Knalluft oder das sog. Knalluftgebläse gewährt, die meisten Metalloxyde ohne Zusatz brennbarer Materien in Metall und Sauerstoffgas zersetzbar zu seyn; Schweigger's Journ. XX. 218. Pfaff ebend. XXII. S. 385. Die edlen Metalle sind zugleich diejenigen, bei denen wenige Abstuffungen der Oxydation vorkommen; während man bei den meisten übrigen Metallen wenigstens drei, häufig auch mehrere Oxydationsstufen kennt. Die vollkommenen Oxyde der unedlen Metalle, lassen durch Glühhitze gewöhnlich nur einen Theil ihres Sauerstoffes fahren (z. B. das schwarze Manganoxyd, welches man gewöhnlich zur Darstellung des Sauerstoffgases anwendet, bleibt als mittleres braunes Oxyd zurück; 24 Unzen des schwarzen Oxyds geben in beschlagenen steinernen, am besten aus Wedgwood verfertigten Retorten mit anzuschraubendem Rohr behandelt an 1000 Cub. Zoll Gas), und bleiben als mittlere oder unvollkommene Oxyde zurück. Mischt man hingegen jenen vollkommenen Oxyden eine Säure zu, welche sie als unvollkommenes Oxyd aufzulösen vermag, ohne den abzuscheidenden Sauerstoff selbst in sich aufzunehmen, und ohne durch die hohe Temperatur zerstört oder verflüchtigt zu werden; so ist die Entbindung des Sauerstoffgases schon bei weit niederer Temperatur möglich,

indem die Anziehung der Säure zum auszuscheidenden unvollkommenen Oxyde, der Kraft der Glühhitze zu Hülfe kommt. So kann man z. B. aus einer Mischung von Vitriolöl und schwarzem Manganoxyde, schon über Lampenfeuer eine grossse Menge Lebensluft entbinden. Wählt man hingegen zu diesem Versuche die Salzsäure, so bildet sich zwar auch unvollkommenes Manganoxyd, welches mit eieinem Theile der Säure zu salzsaurem Mangan zusammen tritt, hingegen vereint sich der ausgeschiedene Sauerstoffgehalt nach Lavoisier mit dem übrigen Theile der Salzsäure, zur oxygenirten (oder dephlogistisirten) Salzsäure; nach H. Davy hingegen mit dem Wasserstoff der Salzsäure, wodurch das Chlor (oben S. 190) das ist L's oxygenirte Salzs. ausgeschieden wird, ein Grundstoff, der sich vorzüglich durch seine grofse Anziehung zum Wasserstoffe auszeichnet, und dadurch häufig aus dem Wasser Sauerstoff entbinden macht; s. oben Cap. VI. S. 118. Es existirt in einem Mittelzustande zwischen Gas und Dampf, besitzt eine gelbe Farbe, löst Gold auf, und bleicht im wässrigem Zustande die meisten Pigmente, daher seine Anwendung zur Schnellbleiche. Verschiedene Metalle z. B. gepulvertes Stibium, Messingblech, Kupfer-Zinn- und Messingdrath (Gold-, Silber-, Blei- und Eisendrath aber nicht); verschiedene schwefelhaltige Metalle, z. B. Schwefelstibium Zinnober und Phosphor entzünden sich in dem wasserhaltigen Gase, auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers verbrennend und gemeine Salzsäure zurücklassend, die sich mit den Metalloxyden mischt oder als Dunst die Phosphorsäure umgiebt. Geathmet erregt es Bluthusten und ist, wie das gemeine salzsaure Gas irrespirabel, und im Wasser löslich. Da es das Merkur angreift und vom heissen Wasser wenig aufgenommen wird, so fängt man es unter Flaschen die mit heissem Wasser gefüllt sind auf. Setzt

man es mit flüssigen Aetzalkalien in Berührung, so entsteht unter Wasserzersetzung gemeine Salzsäure, die mit einem Antheil Alkali zu gemeinem salzsauren Alkali (welches Silberauflösungen zersetzt; salzsaures Silber daraus niederschlagend) sich verbindet, während sich das übrige Alkali mit der entstandenen Oxychlorsäure, zu krystallisirbarem, durch Reibung leuchtenden, mit brennbaren Stoffen, vorzüglich mit Phosphor, durch blossen Druck heftig detonirendem Salze sich eint, das zum Theil stärckere bleichende Kräfte gegen gefärbte Zeuge, grüne Pflanzentheile etc. ausübt (JAVELLI'sche Lauge d. i. oxychlorsaures Kali; ferner englisches Bleichsalz d. i. oxychlorsaure Bittererde; Bleich- und Düngsalz d. i. oxychlorsaurer Kalk, dessen Bleichungsvermögen nicht weniger schätzbar ist, als seine Förderung der Düngerverwesung, der Salpetererzeugung und der Entfuselung des Branntweines; d. Gewerbsfr. III.) als das wäſsrige Chlor selbst und das aus der Silberauflösung kein Hornsilber fällt. Rücksichtlich der freien Wirkung des Sauerstoffs, kommt die Salpetersäure (Stickstoffsäure) der Oxychlorsäure am nächsten; so wie beide Säuren zu den zersetzbarsten gehören. Daher entbindet die Salpetersäure bei den in ihr vollbrachten Metallauflösungen beim Contacte der meisten organischen Stoffe (wodurch theils Harze — aus einigen ätherischen Oelen z. B. aus Bernsteinöl — theils Pflanzensäuren, z. B. Aepfel, Schleim oder Milchzucker-, Wein-, Kork- und Oxalsänre etc. gebildet werden), sehr häufig Salpetergas (nitröse Luft, Salpeterluft) welches sich von der Salpetersäure durch den geringeren Sauerstoffgehalt unterscheidet, und gleich dem Stickgase, dem kohlensauren, salzsaurem, und fluſssaurem Gase (welches durch Schwefelsäure ans dem Fluſsspathe d. i. fluſssaurem Kalke entbunden, die Kieselerde der Gefässe auflöst

und sich damit verflüchtigt, vergl. S. 215) nicht entzündet werden kann, wiewohl es den Sauerstoff der Lebensluft und der atmosphärischen Luft begierig anzieht, und sich damit zum erstickenden, orangem Dunste (oxydirtes Salpetergas) verbindet, der mit Wasser nach und nach vereint, unvollkommene Salpetersäure und mit schweflichter Säure eine pulvrige weifse, durch Wasser in Schwefelsäure und Salpetergas zerfallende (beim Fabriciren der Schwefelsäure durch Verbrennen des Schwefels entstehende) Verbindung darstellt. Ausser dieser Säure und dem Salpetergase kennt man noch eine (theils durch Auflösung einiger Metalle in sehr verdünnter Salpetersäure, theils durch gelinde Erhitzung des salpetersauren Ammoniacks, oder auch durch Erwärmung des Salpetergases über Schwefelkalk darzustellende) Mischung aus Sauerstoff und Stickstoff deren Sauerstoffgehalt geringer als der des Salpetergases ist, und die hierin der atmosphärischen Luft am nächsten kommt, sich jedoch von dieser vorzüglich dadurch unterscheidet, dafs sie irrespirabel ist (mit atmosph. Luft gemischt geathmet, wirkt sie auf einige Individuen berauschend, auf andere hingegen öfters sehr nachtheilich), und das brennende Körper in ihr kurze Zeit hindurch mit grösserer Lebhaftigkeit und mit vermehrtem Glanze brennen. Man nennt sie oxydirtes Stickgas (Priestley nannte sie dephlogistisirte Salpeterluft). — Ueber Westrumbs oxygenirte Schwefelsäure, und über das sogen. eisartige Vitriolöl (wasserfreie, vieleicht etwas „Selensäure" enthaltende Schwefelsäure) mündlich.

4) Ueber die Bereitung des Sauerstoffgases aus dem Salpeter und aus den oxychlorsauren Alkalien; aus der Salpetersäure und dem wäfsrigen Chlor (in den letzteren Fällen durch Einwirkung des Lichtes, oder auch der Glühhitze); aus mit Wasser umgebenen

grünen Pflanzentheilen und PRIESTLEY'scher grüner Materie etc. durch Licht; und aus Hyperoxyden der Metalle mündlich.

5) Das Phosphorwasserstoffgas (vergl. S. 220) wird durch Chlor zersetzt; in Lebensluft erfolgt diese Zersetzung mit lebhafter Flamme und Explosion und es bildet sich Wasser und Phosphorsäure. Schüttet man (nach DRIESEN) in ein Gemisch von Chlorgas und Wasserstoffgas Stibiumpulver oder etwas in Aether aufgelösten Phosphor, so entzünden sich diese Substanzen und bewirken dadurch zugleich eine Entzündung und Verbrennung des Wasserstoffes (zu Salzsäure) die mit heftiger Explosion begleitet ist. Aehnliche Verbrennungen erfolgen auch für dasselbe Gasgemisch durch die Einwirkung starken weissen oder blauen, oder violetten Sonnenlichts. Vermischt man gleiche Volumtheile Lebensluft und brennbare Luft (Wasserstoffgas), oder zwei Maaſs atmosphärische Luft und ein Maaſs der letzteren, so erhält man ein Gasgemisch, welches angezündet mit heftiger Explosion und unter starkem Lichtscheine des erzeugten glühenden Wasserdunstes verbrennt, und deshalb Knallluft (S. 222) genannt wird. BIOTS Beobachtungen gemäſs lassen sich beide Gase schon durch heftige Compression zu Wasser vereinigen, wobei die Temperatur sehr erhöhet wird. Füllung von Seifenblasen mit Knallluft; nöthige Vorsicht beim Abbrennen; Vorrichtung um genau die Menge der verbrauchten Gase und das Quantum des erzeugten reinen Wassers zu bestimmen, oder von der Einrichtung und dem Gebrauche der Gasometer; in Einleit. in d. n. Chem. a. a. O. — Bringt man mit Sauerstoffgas geschwängerte Kohlen (224) in Wasserstoffgas, oder mit Wasserstoffgas geschwängerte Kohlen in Sauerstoffgas, so wird das Gas vermindert und die Kohle wässerig. Die letzteren zersetzen auch die atmosphärische Luft und das

Salpetergas, und lassen Stickgas zurück. — Kohlen- und Schwefel-Wasserstoffgas und Ammoniakgas können ebenfalls mit Hülfe des Sauerstoffes verbrannt werden.

6) Das Sauerstoffgas wurde den 1. August 1774 von PRIESTLEY wieder entdeckt, nachdem es früher von HOOK und MAYOW (gegen das Ende des 17. Jahrhunderts) unter der Benennung luftartiger Salpetergeist bemerkt worden war. PRIESTLEY nannte es deplogistisirte Luft. SCHEELE Feuerluft; BERGMANN reine Luft, INGENHOUSS Lebensluft; BRUGNATELLI Wärme erzeugendes Gas (Gas termogéno) oder Wärme und Säure erzeugendes Gas (Gas termossigéno); ARZT Wärmegas; WIEGLEB Lichtstoffluft; HERMBSTAEDT u. a. Säure zeugendes Gas. — Dieses Gas und die atmosph. Luft sind die einzigen respirabeln Gase. — Nicht alle brennbaren oder oxydirbaren Stoffe werden durch die Verbindung mit Sauerstoff in Säuren verwandelt; wir kennen deren bis jetzt folgende:

a) Sauerstoffsäuren mit einer (bis jetzt noch unzersetzten) Grundlage.

Namen der Säure.	Name der Grundlage.
1) Salpetersäure	Stickstoff.
2) Salpetrichte Salpetersäure (od. rauchende Salpetersäure)	—
3) Salpetrichte Säure	—
4) Azotoxydsäure (Salpetergas)	—
5) Azotoxydulsäure (Oxydirtes Stickgas)	—
6) Kohlensäure (Demantsäure, Luftsäure, Kreidensäure)	Kohlenstoff
7) Oxychlorsäure	Chlor
8) Chlorsäure (s. m. Grundzüge S. 412)	—

Namen der Säure.	Name der Grundlage.
9) Chloroxydsäure (a. a. O.)	Chlor
10) Chloroxydulsäure (Euchlorine; a. a. O.)	—
11) Oxyjodsäure (a. a. O. S. 413)	Jod
12) Boraxsäure (Boronsäure a. a. O. S. 414)	Boron
13) Phosphorsäure	Phosphor
14) Phosphorichte Phosphorsäure (phosphatische Säure)	—
15) Phosphorichte Säure	—
16) Hypophosphorichte Säure (phosphorichte Säure im Minimum)	—
17) Schwefelsäure (Vitriolsäure)	Schwefel
18) Schweflichte Schwefelsäure (mittlere Schwefelsäure)	—
19) Schweflichte Säure (Wiegleb's u. A. älterer Chemiker Schwefelsäure)	—
20) Hyposchweflichte Säure (schweflichte Säure im Minimum)	—
21) Selensäure	Selen
22) Selenichte Säure	—
23) Siliciumsäure (Kieselsäure, Kieselerde)	Silicium
24) Aluminsäure (Thonerde)	Aluminium
25) Tantalsäure (Tantalerde, Columbiumsäure)	Tantal
26) Chromsäure	Chrom.
27) Titansäure (Titanoxyd)	Titan
28) Uransäure (Uranoxxd)	Uran
29) Scheelsäure (Scheeloxyd)	Scheel
30) Molybdänsäure (Wasserbleysäure)	Molybdän
31) Molybdänichte Säure (Molybdänoxyd)	—

Namen der Säure.	Name der Grundlage.
32) Mangansäure (Manganoxyd)	Mangan
33) Tellursäure (Telluroxyd)	Tellur
34) Arseniksäure	Arsenik
35) Arsenichte Säure (weisser Arsenik, weisses Arsenikoxyd)	—
36) Stibiumsäure (vollkommenes Spiessglanzoxyd)	Stibium
37) Stibichte Säure (mittleres Spiessglanzoxyd)	—
38) Zinksäure (Zinkoxyd)	Zink
39) Zinnsäure (vollkommenes Zinnoxyd)	Zinn
40) Zinnnichte Säure (mittleres Zinnoxyd)	—
41) Bleisäure (Bleioxyd)	Bley
42) Kupfersäure (Kupferoxyd)	Kupfer
43) Merkursäure (Merkuroxyd)	Merkur
44) Silbersäure (Silberoxyd)	Silber
45) Goldsäure (Goldoxyd)	Gold
46) Platinsäure (Platinoxyd)	Platin
47) Rhodiumsäure (Rhodiumoxyd)	Rhodium
48) Iridiumsäure (Iridiumoxyd)	Iridium
49) Osmiumsäure (Osmiumoxyd)	Osmium
50) Palladiumsäure (Palladiumoxyd)	Palladium

Die von No. 32 an aufgeführten Säuren, und zum Theil auch No. 25 und No. 24 verhalten sich zu den stärkeren Säuren und zu den Basen mehr oder weniger ähnlich dem Wasser (S. 210); indem sie gegen erstere als (schwache) Basen, gegen letztere als Säuren gegenwirken. Die Hyperoxyde (S. 110) sind weder basisch noch sauer und stimmen in dieser Hinsicht mit dem sog. oxydirtem Wasser überein, welches man nach Thenard erhält, wenn man

Baryt durch Erhitzung in Sauerstoffgas (welches davon absorbirt wird) in hyperoxydirten Baryt verwandelt, dann in Wasser löst und durch Schwefelsäure als gewöhnlichen schwefelsauren Baryt fällt; das überstehende Wasser ist dann mit jenem Antheil des Sauerstoffs beladen, welcher zuvor den Baryt in Hyperoxyd verkehrte, und kann wiederholt mit hyperoxydirten Baryt und darauf mit Schwefelsäure behandelt, in vielfachen Verhältnissen mit Sauerstoff geschwängert werden, ohne dadurch saure Beschaffenheit anzunehmen. Auf ähnliche Weise lassen sich auch Säuren, Metalloxyde etc. mit Sauerstoff übersetzen und wenn man Salzsäure zum Auflösungsmittel des hyperoxydirten Baryts wählt und dann mittelst Schwefelsäure den gewöhnlichen Baryt der Auflösung entzieht, erhält man eine sehr saure, dem Chlor keinesweges ähnelnde oxydirte Salzsäure. Auch das braune Bleioxyd scheint sich zur Darstellung von übersäuerter Salpetersäure benutzen zu lassen. Thenard's oxydirtes Wasser erweckte in mir den Wunsch: das Wasser zu hydrogeniren. Ich bereitete mir zu dem Ende eine gesättigte Lösung des Schwefelwasserstoffs in eiskaltem destill. Wasser, zersetzte dieses durch metallisches Kupfer (Messing, Silber etc.) und prüfte die farbenlose, geruch- und geschmaklose Flüssigkeit unter dem Recipienten der Luftpumpe; sie entwickelte unter Brausen Wasserstoffgas, in dem Maafse, als die Luft verdünnt wurde. Schon die frisch bereitete Auflösung des Eisen in Schwefelsäure (schwefelsaures Eisenoxydul) enthält viel Wassesrstoffwasser; I. S. 358.

b) Sauerstoffsäuren mit zusammengesetzter Grundlage (die zum Theil noch organischen Werth hat, und daher selbst als Säure häufig der Schimmelgährung und Infusorienbildung fähig ist).

Namen der Säuren	Name d. Grundlage.
51) Oxalsäure (Zuckersäure, Sauerkleesäure, Kleesäure, kohlichte Säure)	Kohlenwasserstoff
52) Zitronensäure	—
53) Weinsäure (Weinsteinsäure)	—
54) Bernsteinsäure (Succinsäure; Maulbeerholzsäure?)	—
55) Honigsteinsäure	—
56) Schwammsäure	—
57) Pilzsäure (Funginsäure)	—
58) Aepfelsäure (Spiersäure, Vogelbeersäure)	—
59) Milchsäure (Nanzig'sche Säure, Raupensäure, Hefensäure, Zuminsäure	—
60) Ameisensäure	—
61) Essigsäure (Holzessigsäure, brenzliche Schleimsäure, zoonische Säure)	—
62) Aethersäure (Lampensäure)	—
63) Chinasäure (Chinarindensäure)	—
64) Alkoholige Essigsäure (weinige Essigsäure)	—
65) Alkoholige Oxalsäure (weinige Oxalsäure)	—
66) Alkoholige Weinsäure (weinige Weinsäure)	—

Es geben diese Säuren ihren Sauerstoff durch einfache Anziehung an andere Säuren nicht in der Weise ab, daſs ihre Grundlage rein ausgesondert würde. Auch sind sie, gleich den der nachfolgenden mit mehrfacher Grundlage durch hohe Temperatur zerstöhrbar. Vergl. m. Grundzüge S. 529.

Namen der Säuren	Name d. Grundlage.
67) Schwefelstickstoffsäure (schwefelsaures Salpetergas; oben S. 241.)	Scwefelstickstoff
68) Oxycyansäure (oxydirte Blausäure)	Stickstoffkohlen
69) Alkoholigie Schwefelsäure (weinige Schwefelsäure)	Schwefelkohlenwasserstoff
70) Alkoholige Phosphorsäure (weinige Phosphorsäure)	Phosphorkohlenwasserstoff
71) Salpetrichte Weinsäure (Grundzüge S. 507)	Kohlenwasserstickstoff.
72) Harnsäure (Blasensteinsäure)	Kohlenstickstoff-Wasserstoff
73) Rosige Säure (rosenfarbene Säure, Fieberharnsäure)	—
74) Purpursäure (salpetrichte Harnsäure)	—

Ausser dem Sauerstoffe vermögen auch andere Grundstoffe und selbst Gemische, sowohl einfache Stoffe als auch Gemische zu säuern; es vertreteten in diesem Falle dergleichen säurende Grundstoffe und Gemische jene chemische Wirksamkeit des Sauerstoffs, welche derselbe in den Sauerstoffsäuren besitzt; wir zählen hieher:

Namen der Säure.	Name d. Grundlage.
α) Hesphorsäuren mit einfacher Grundlage.	
75) Flufssäure (Flufsspathsäure, Hesphorwasserstoffsäure)	Wasserstoff
76) Hesphorsiliciumsäure (Kieselerde haltiges flufssaures Gas)	Silicium
77) Hesphorboronsäure (boraxsäurehaltige Flufssäure)	Boron
β) Chlorsäuren	
1) mit einfacher Grundlage.	
78) Salzsäure (Hydrochlorinsäure, Chlorwasserstoffsäure)	Wasserstoff.
79) Chlorphosphorsäure	Phosphor
80) Chlorschwefelsäure (Schwefelsalzsäure)	Schwefel
81) Chlorjodsäure	Jod
2) mit zusammengesetzter Grundlage.	
82) Chlorblausäure	Stickstoffkohlenstoff (Blaust.)
γ) Jodsäuren mit einfacher Grundlage.	
83) Hydrojodsäure (Hydrojodinsäure)	Wasserstoff
84) Jodphosphorsäure	Phosphor
δ) Stickstoffsäuren mit einfacher Grundlage.	
85) Stickstoff-Kohlenstoffsäure (Blaustoff)	Kohlenstoff.
ε) Schwefel- oder Schwefelungssäure mit einfacher Grundlage.	
86) Hydrothionsäure (oben S. 218)	Wasserstoff
87) Schwefelkohlensäure Schwefelalkohol, Schwefelkohlenstoff)	Kohlenstoff

Namen der Säuren	Name d. Grundlage.
ζ) Phosphor- oder Phosphorungssäuren mit einfacher Grundlage.	
88) Hydrophosphorsäure (Phosphorwasserstoff oben S. 220.)	Wasserstoff
η) Selen- oder Selenungssäuren mit einfacher Grundlage.	
89) Hydroselensäure (Selenwasserstoffsäure)	Wasserstoff
ϑ) Tellursäuren.	
90) Hydrotellursäure (Tellurwasserstoff im Maximo)	—
91) Wasserstoffhydrotellursäure (Tellurwasserstoff im Min.)	—
ι) Kohlenstoffsäuren mit mehrfacher Grundlage.	
92) Amniossäure (Amniotische Säure, Schafwassersäure)	Stickstoff-Wasserstoff.

Jene Säuren mit zusammengesetztem Säurer lassen wir in folgende Gattungen und Arten zerfallen:

a) Wassersauerstoffsäuren

α) mit einfacher Grundlage.

93) Schleimsäure (Milchzuckersäure, oxalsaurer Schleim)	Kohlenstoff.
94) Korksäure (Pantoffelholzsäure)	—
95) Gallensteinsäure	—
96) Talgsäure (Stearin, Margarine)	—
97) Oelsäure (Elain)	—
98) Delphinsäure (flüchtige Oelsäure)	—

β) Mit zweifacher Grundlage.

99) Brenzliche Weinsteinsäure (flüchtige Weinsäure)	Kohlenwasserstoff.

Namen der Säuren	Name d. Grundlage.
b) Kohlensauerstoffsäuren	
α) mit einfacher Grundlage.	
100) Stocklacksäure	Wasserstoff.
β) Mit mehrfacher Grundlage:	
101) Gallussäure (Galläpfelsäure)	Kohlenwasserstoff
102) Benzoesäure	—
103) Kamphersäure	—
104) Rindensäure (Ulmin)	—
105) Pflanzendungsäure (Moder, vermodertes Holz, Humus, Düngstoff, Dammerdenextract)	—
106) Gerbsäure (Gerbestoff, Tannin, oxydirte Gallussäure)	—
107) Safransäure (Polychroit)	—
108) Blauholzsäure (Hämatin, Hamatoxylin)	—
109) Gerbbittersäure (künstlicher Gerbestoff, salpeteroxydulsaurer Gerbestoff)	Stickstoffwasserstoff
110) Bittersäure (künstliche Indigsäure, Indigbitter)	—
111) Bittergelbsäure (oxydirte Bittersäure)	—

Zu No. 106 dürften als Arten der Gattung Gerbsäure noch verschiedene Bildungstheile gehören; z. B. der Chinastoff oder Cinchonin, der **Rhabarberstoff** oder Rhabarbarin, der Kino- oder Katechustoff etc.; m. Grundzüge S. 510. Ueber verschiedene Arten der Gerbbittersäure, über die No. 110 unter zu ordnende Aloesäure und Welters-Bitter a. a. O. 511. Ueber die sauren gelbfarbenen

Pflanzenpigmente ebendas. Ueber saure, rothe und blaue Thier. u. Pflanzenpigmente a. a. O. 512. Ueber die zahlreichen Arten als schwache Säuren reagirende sog. Extractivstoffe oder Pflanzenbitter, welche als solche No. 104 beizugesellen sind; ebendas. S. 513 — 514.

Namen der Säuren	Name d. Grundlage.
c) Stickstoff-Kohlenstoff oder Blaustoffsäuren	
α) mit einfacher Grundlage.	
112) Blausäure (Berlinerblausäure, preufsische Säure)	Wasserstoff
β) Mit mehrfacher Grundlage.	
113) Oxydirte Blausäure (oxydirte Eisenblausäure? m. Grundz. S. 448)	Sauerstoff-Wasserstoff
114) Mekonsäure (Mohnsäure, Opiumsäure)	Wasserstoff
d) Kohlenstickstoff: oder Indigsäuren, mit einfacher Grundlage.	
115) Isatinsäure (Indigküpensäure, Indigwasserstoffsäure, a. a. O. S. 514)	Wasserstoff
e) Schwefelsauerstoffsäuren mit zusammengesetzter Grundlage.	
116) Schwefelindigsäure (rother, wasserfreier schwefelsaurer Indig)	Kohlenstickstoffwasserstoff
f) Stibiumschwefelsäuren	
α) mit einfacher Grundlage.	
117) Stibiumschwefelwasserstoffsäure (goldfarbener Spiesglanzschwefel)	Wasserstoff

Namen der Säuren	Name d. Grundlage.
β) Mit zusammengesetzter Grundlage.	
118) Schwefelstibiumwassersäure (Mineralkermes)	Sauerstoff-Wasserstoff
g) Kohlenstickstoffschwefel oder Schwefelblaustoff oder Anthrazothionsäuren mit einfacher Grundlage.	
119) Schwefelblausäure (Anthrazothionsäure)	Wasserstoff
h) Kohlenstickstoffeisen oder Eisenblaustoffsäuren mit einfacher Grundlage.	
120) Eisenblausäure	Wasserstoff
i) Kohlenstikstoffkupfer oder Kupferblaustoffsäuren mit einfacher Grundlage.	
121) Kupferblausäure	Wasserstoff.
k) Kohlenstickstoffmerkur oder Merkurblaustoffsäure mit einfacher Grundlage.	
122) Merkurblausäure	Wasserstoff
l) Kohlenstickstoffsilber oder Silberblaustoffsäuren.	
123) Silberblausäuren	Wasserstoff.
m) Kohlenstickstoffgold oder Goldblaustoffsäuren.	
124) Goldblausäure	Wasserstoff.

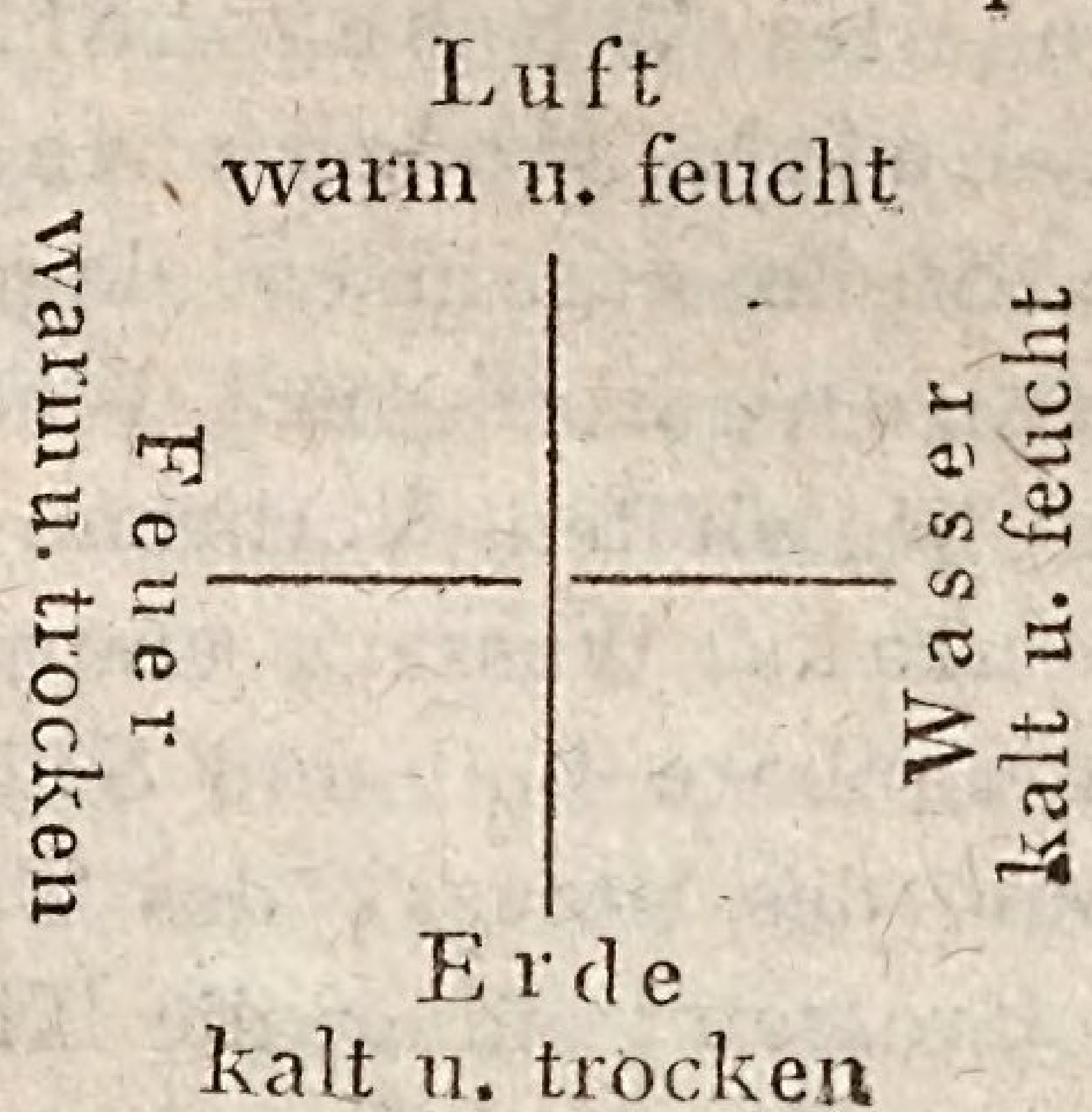
Vergl. m. Grundz. S. 515. Die unter No. 116 aufgeführte Schwefelindigsäure ist vieleicht als Säure mit einfacher Grundlage, nämlich als Schwefel gesäuert durch Indig, zu betrachten? Man erhält sie,

wenn man wasserfreie (eisartige) Schwefelsäure mit Indig in Gasform zusammentreten läfst. Sie bildet eine theils rosenrothe, theils carmoisinrothe, in Schwefelsäure mit violetter, in Wasser mit blauer Farbe auflösliche krystallinische Masse, und entsteht wahrscheinlich, indem der Sauerstoff der Schwefelsäure mit dem Wasserstoff und dem Kohlenstoff eines (dadurch verkohlt werdenden) Theils des Indigs Wasser und Kohlensäure bildet. Mit Wasser in Berührung gebracht, würde hiernach die blaue Auflösung in Folge neuer Wasserzersetzung entstehen, so dafs der Schwefel sich des Sauerstoffs, der Indig des Wasserstoffs des Wassers bemächtigt? Ueber mehrere andere noch problematische Säuren (z. B. die Säure aus dem Gelbharze von Südwallis; Schrader in Trommsdorff's Journ. V. 96. ff.) vergl. m. Grundz. a. a. O. Ueber Winterl's Blutsäure, s. Treviranus Biologie IV. S. 331 u. f.

7) Ueber das oben S. 190 erwähnte Jod s. m. Grundzüge S. 413. Courtois entdeckte es 1813 als Hydrojodsäure an Natron gebunden, neben Kochzalz in der Mutterlauge des Kelp oder der aus verschiedenen Seetangarten durch Verbrennen gewonnenen Varechsoda. Man scheidet es aus dieser Verbindung durch Schwefelsäure (welche das Natron in Beschlag nimmt) und Manganoxyd, welches mit 1 Theil seines Sauerstoffs der freigewordenen Hydrojodsäure den Wasserstoff entzieht, und so das Jod frei macht. Letzteres bildet erhitzt purpurn Gas, welches beim Erkalten eine mit lichtem Graphitglanz krystallisirende, die Haut bräunende, in Wasser mit brauner Farbe schwerlösliche, giftige, in Gasform Metalle leicht durchdringende, meist gefärbte Verbindungen damit darstellende, in Wasser gelöste Stärcke indigblau fällende Substanz darstellt.

8) Bei bestimmten Qualitäten eines Stoffes dringt sich überhaupt die Frage nach dem Gegensatze dieser Qualität zunächst auf; je allgemeiner die Beschaffen-

heit der bestimmten Materie ist, eben so allgemein mufs auch die entgegengesetzte Beschaffenheit der aufzufindenden heterogenen Materie seyn. Die sog. vier Elemente des Aristoteles (vergl. I. S. 30) enthalten einen doppelten Gegensatz der Art. Sucht man ausser dem Gegensatze der Brennbarkeit der Stoffe, den ihrer Cohärenz auf, so findet man im Kohlenstoff (Demant) den cohärentesten, im Stickstoff den ausdehnsamsten Stoff; und als Indifferenz dieser vier Werthe den des Wassers. Vergl. 378—381 und Steffens Naturphilosophie S. 45.





9) Nach den Beob. eines Mollet u. a. erfolgt die Verbrennung verschiedener brennbarer Stoffe in atmosphärischer und Lebensluft, auch ohne vorangegangene Anzündung, durch heftige und plötzliche Compression der den brennbaren Körper berührenden Luft; wobei Temperatur-Erhöhung und gewöhnlich auch Leuchten, (vielleicht electr. Funken?) bemerkt wird; vergl. S. 279. 280. Hier etwas über die pneuvmatischen Feuerzeuge. Northmore stellte mehrere ähnliche (aber noch sehr unvollkommene) Versuche über die Mischungen gasförmiger Stoffe durch starke Compression, so wie auch über die auf obige Weise eingeleiteten Verbrennungen an; welche nach eigenen gelegentlich gemachten Beob. durch etwas wasserhaltige Luft befördert werden, so wie vielleicht jede Verbrennung von einer Wasserzerlegung begleitet, und dadurch den Bedingungen einfacher

galvanischer Ketten unterworfen ist? Vergl. KASTNERS Beitr. II. 125 u. ff.

10) Werden organische Massen in verschlossenen (gegen den freien Zutritt der Luft mehr oder weniger gesicherten) Gafässen erhitzt, d. i. der trocknen Destillation unterworfen, so verbrennen sie nicht vollständig, sondern sie verkohlen nur, und vegetabilische Substanzen entwickeln dabei ausser kohlensaurem Gase und unreiner Essigsäure (Holzessig) dickflüssiges, sehr kohlenstoffreiches, empyreumatisches oder brenzliches Oel, und mit diesem Oele geschwängertes Wasserstoffgas (schwere brennbare Luft), Holzkohle zurücklassend; animalische Stoffe entbinden dagegen bei dieser unvollkommenen, häufig mit Wasserzerlegung und Erzeugung begleiteten Verbrennung: koklensaures Ammoniak, Wasser, empyreumatisches Oel, schwere brennbare Luft und Stickgas. Ueber die Verkohlung des Holzes, des Torfes und der Steinkohlen im Grossen; über die Theerschwelerei, Kienrufsbrennerei (über die Bereitung der schwarzen Tusche), Thermolampen etc.; über die Destillation des sogen. Hirschhornöls, und des daraus zu gewinnenden ätherischen (DIPPELschen) Oels, des Ammoniaks Behufs der Salmiak-Fabriken etc.; über die Erzeugung der blausauren Alkalien, durch Behandlung thierischer Massen mit fixen Alkalien bei höherer Temperatur (sonstige Erzeugungen des Ammoniaks und der Blausäure aus anorganischen Stoffen und Mischungen), über die Bereitung des Berlinerblaus etc. mündlich. — In verschlossenen Gefässen erleidet die reine Kohle selbst bei sehr starker Erhitzung keine weitere Veränderung, ausser das sie Kohlenwasserstoffgas (in Verbindung mit etwas Kohlensäure) entwickelt, welches von einem Hinterhalt von Wasser abgeleitet werden kann. Bei gewöhnlicher Ofenhitze kommt sie in verschlos-

senen Tiegeln gar nicht einmal zum Glühen, und nie zum Schmelzen. Einige Physiker wollen mittelst eines Brennglases, aus reiner (im luftentleerten Gefässe erhitzter) Kohle obige Gase fortwährend erhalten haben, bis endlich reine Asche zurück blieb; wogegen indefs neuere Beob. streiten. Verbrennt man hingegen die gewöhnliche Kohle beim Zutritt der Luft, so hinterläfst sie Asche, welche bei den Pflanzenkohlen gewöhnlich aus Kohlensäure haltigem Kali (hier über Pottaschenbereitung) Kohle haltigem kohlens. Kalke; Siliciumsäure, etwas Eisen oder Mangan (selten Kupfer) und einigen schwefelsauren und salzsauren Salzen, seltener aus kohlensaurem Natron (über Sodabereitung aus Meerspflanzen) und den genannten Beimischungen besteht. Talkerde, Thonerde und vorzüglich Baryt erscheinen seltener in der Pflanzenasche. Ueber die Benutzung der Alkalien zur Bereitung alkalischer Seifen im Grossen, mündlich. — Die Asche der thierischen Kohle (weifs gebrandte Knochen) besteht gewöhnlich dem gröfsten Theile nach aus phosphorsaurem Kalke (seltener phosphors. Talkerde) etwas kohlensaurem und blausaurem Kalke; nebst einer Spur von Eisen. — Die Pflanzensäfte und zum Theil auch festere Theile, enthalten häufig schon die Aschenbestandtheile gebildet, verschiedentlich gemischt in sich; in den Thiersäften scheint in der Regel (vorzüglich bei warmblütigen Thieren) das Natron und der Kalk die Stelle des Kali zu vertreten. Jedoch sind auch Beobachtungen vorhanden, die es wahrscheinlich machen, dafs mehrere der Aschenbestandtheile erst durch die Vegetation und Animalisation erzeugt werden. Ueber T. v. Saussure's Beob. über die Vegetation; dagegen Schraders Versuche mit in Schwefel gezogenem Getreide; Vauquelins Vers. mit jungen Hünern etc. mündlich. — Hartig: Physical. Vers. über das Verhältnifs der Brennbarkeit der

meisten deutschen Wald-Baumhölzer etc. 2te Auflage. Herborn 1804. 8.

11) Glüht man ein Gemenge aus Kohlenpulver und verschiedenen Metalloxyden, z. B. Zinkoxyd, Bleioxyd etc. so erhält man ausser etwas mit Kalkmilch (wässerige Lösung des Aetzkalks oder sogen. Kalkwasser, mit ungelösten Kalktheilchen) wegzuschaffendem kohlensaurem Gase, ein eigenthümliches Gas, welches zuerst von Priestley bemerkt, in neueren Zeiten genauer untersucht und gasförmiges Kohlenstoffoxyd genannt worden ist (vergl. S. 236). Dasselbe Gas bekommt man, wenn man natürlichen kohlensauren Baryt mit Kohlenpulver glüht, um Aetzbaryt zu bereiten, oder wenn man kohlensaures Gas über glühende Kohlen treibt. Nach Berthollet enthält es gewöhnlich etwas Kohlenwasserstoff, und kann in diesem Falle als ein Gasgemisch (unreines Gas) betrachtet werden. Es ist als unvollkommen verbranndte Kohle brennbar, und gleich den übrigen Gasen, ausser dem atmosphärischen und reinem Sauerstoffgase, irrespirabel. Als Trommsdorff die bei der Bereitung des Phosphors (durch Reduction der Phosphorsäure, aus dieser Säure und Kohle) sich entwickelnden Gase, die einem grossen Theile nach aus Kohlensäure bestehen, genauer untersuchte, fand er darin ein Kohlenstoffhaltiges Phosphorwasserstoffgas, von stinkendem phosphorartigen Geruche, welches sich bei Berührung atmosphärischer Luft ebenfalls von selbst entzündete (vergl. S. 221), und die Auflösungen edler Metalle, so wie diejenigen des Merkur zersetzte. Eine Uebersicht der zur Zeit bekannten Gase gewährt auch die im I. Bd. S. 318 abgedruckte Tabelle.

12) Bereits 1809 (in der vorhergehenden Aufl. dieses Grundr.) suchte ich zu zeigen, dafs jede Flamme ein bis zum Glühen erhitztes Gas sey, und dafs sie bei sonst gleichen Einflüssen und Bedingungen, um

so mehr Licht spende, je mehr in ihr selbst noch Licht reflectirende Substanz zugegen sey. Als späterhin DALTON (velgl. m. Einleit. in. d. n. Chem. 1. u. 2. Abschn.) zu beweisen suchte, dafs in Gasgemengen jedes einzelne Gas den ganzen Raum für sich erfüllend so zugegen sey, als ob das andere Gas oder die übrigen Gase desselben Gemenges eine Leere darstellten (nur mit dem Unterschiede, dafs bei der wirklichen Leere die Spannung des einen Gases im Verhältnifs der Grösse dieser Leere vermindert, bei der Vertretung der Leere durch andere Gase hingegen vermehrt wird; I. S. 280) glaubte ich zu meiner eigenen Belehrung DALTON's Ansicht an den Verbrennungserscheinungen prüfen zu können. Ich verdünnte zu dem Ende das zuvor in einen zu diesem Versuche als Recipient der Luftpumpe dienenden starken Glaskolben gebrachte, hinsichtlich seiner ursprünglichen Spannung jener der äusseren Luft gleichkommende Sauerstoffgas, durch Auspumpen soweit, dafs nur noch $^1/_5$ der vorigen Gasmenge in dem Kolben enthalten war (ein vorläufiger Versuch diente dazu die Zahl der Pumpenzüge festzusetzen, welche zu dieser Verdünnung erforderlich waren) schlofs dann den an der Mündung des Kolbens befindlichen Hahn ab, entfernte den Kolben vom Teller der Pumpe, tauchte den Hahn unter Wasser, und entzündete ein gleich anfänglich oberhalb des Hahns in den Kolben gebrachtes, mit etwas Drath umwickeltes frei liegendes Phosphorstückchen mittelst eines Brennglases. Gleichzeitig liefs ich ein eben so grosses Stückchen Phosphor in einem zweiten, dem ersten gleichenden, mit atmosphärischer Luft gefüllten Glaskolben durch ein Brennglas entzünden. Der Phosphor branndte im verdünnten Sauerstoffgase keinesweges stärker, sondern eher mit etwas schwächerem Lichte, als in der atmosphärischen Luft; das Licht nahm gegen die Mitte des Versuchs zu, dann

aber verhälsnifsmässig sehr schnell ab, und das späterhin in dem Kolben gelassene Wasser zeigte, dafs, nachdem der Phosphor von selbst erloschen, noch etwas Sauerstoffgas unverzehrt geblieben war; es hatte mithin das Stickgas (etc.) der atmosphärischen Luft hinsichtlich der Schwächung der chemischen Gegenziehung des Sauerstoffgases sich fast verhalten, wie die es in dem anderen Versuche vertretende Leere. Behufs eines Gegenversuchs befestigte ich mittelst etwas Kalkeiweifskütt auf die Mitte einer starken, abgeschliffenen, kreisrunden Glasplatte einen sehr feinen, spiralförmig gewundenen, senkrecht stehenden Platindrath, steckte an das abstehende Ende desselben etwas Feuerschwamm, stürzte einen starken, an beiden Enden offenen und abgeschliffenen Glascylinder dergestalt darüber, dafs die Glasplatte ihm zum genau schliessenden Boden diente, umstrich deren Aussenfugen mit dem erwähnten Kütt, liefs alles trocknen und umzog es dann von Aussen mit einem starken Drathnetz. Also vorbereitet wurde der Cylinder mit ausgekochtem Wasser und darauf mit Sauerstoffgas gefüllt, und nun der Schwamm durch ein gutes Brennglas angezündet, der Drath erglühte sehr lebhaft und einzelne Fünckchen, die sich nach und nach vermehrten, schienen auf beginnende Verbrennung zu deuten. Es wurde darauf der fehlende Schwamm durch ein zweites Stückchen von der Gröfse des vorigen ersetzt, der Cylinder wieder mit Sauerstoffgas gefüllt und dann mit dem unteren offenen Ende in Merkur hinabgedrückt und der Schwamm entzündet; das Verbrennen erfolgte lebhafter. Endlich wurde derselbe Versuch dahin abgeändert, dafs ich mit Hülfe der trefflichen, von Körner in Jena für das hiesige physikalische Cabinett gefertigten, zu dergleichen Versuchen mit besonderen pneumatischen Vorrichtungen versehenen Luftpumpe, zu dem schon den Cylinder füllenden Sauerstoffvolum noch eine

gleich grosse Menge Sauerstoffgas pumpte. Das Verbrennen erfolgte nun mit dem lebhaftesten Glanze. Es scheint aus diesen Versuchen zu folgen, 1) dafs irrespirabele Gase, sofern sie dem Sauerstoffgase beigemengt sind, dasselbe in seiner chemischne Gegenwirkung nur in soweit schwächen, als sie, eine ihrem Volum entsprechende Leere vertretend, es verdünnen; 2) dafs diese Schwächung jedoch nicht jener der wirklichen gleich grossen Verdünnung gleichkommt, sondern dieser nachsteht; wahrscheinlich, weil sie die Spannung des Sauerttoffgases erhöhen; 3) dafs auch edle Metalle (und mithin wahrscheinlich alle Brennbaren ohne Unterschied) unter Licht- und Wärmeentbindung (bei dem Platin bis zum Schmelzen und Darstellen kleiner Kügelchen reichend) verbrennen, wenn das zu ihrer Verbrennung dienende Sauerstoffgas hinreichend verdichtet ist; 4) dafs wahrscheinlich jedes Brennbare ein Sauerstoffgas (und somit überhaupt einen gasigen Verbrenner) von einer bestimmten Dichte fordert um mit derselben Lebhaftigkeit zu verbrennen, als dieses beim Phosphor, Eisen etc. der Fall ist; 5) dafs bei jeder Verbrennung endlich eine Verdünnung des Verbrenners zu Stande kommen mufs, bei welcher alles weitere Verbrennen aufhört, und dafs mithin alle hieher gehörigen Versuche, in welchen von einem vollkommenen Verzehren, z. B. des Sauerstoffgases die Rede ist (z. B. bei eudiometrischen Versuchen) nur annäherungsweise das verlangte oder geglaubte Resultat gewähren; es sey denn, dafs man während des Versuchs z. B. mittelst der Sperrflüssigkeit das rückständige Gas fortdauernd verdichtet. Die grosse Verbrennungs-Wirksamkeit der Salpetersäure, der Oxychlorsäure etc. scheint indefs nicht lediglich auf die in diesen Flüssigkeiten gegebene grosse Verdichtung des Sauerstoffs, sondern zum grösseren

Theile auch auf eigenthümliche Mischungswirkungen zu beruhen, welche für die Salpetersäure, bei den edlen Metallen vielleicht schon darum von geringem Belange sind, weil in ihr der Stickstoff keinen Gegenstoff findet, welchem er sich mit hinreichender Innigkeit zu verbinden vermag, wie dieses beim Chlor in Beziehung auf den Wasserstoff des Wassers der Fall ist. Auch wird Chlor an sich gegen Metalle im höheren Grade negativ electrisch (und diese dagegen im höheren Grade positiv electr.) als der Stickstoff; daher denn auch schon aus diesem Grunde eine vermehrte Wirkung vom Chlor und dessen Verbindungen mit Sauerstoff, z. B. gegen Gold zu erwarten steht, als dieses beim Sauerstoffstickstoff der Fall ist. Dafs übrigens vermehrte Druckgewalt auch die Reaction der Salpetersäure gegen das Gold erhöht, beweifst der Umstand, dafs Gold in chlorfreier Salpetersäure allerdings aufgelöst wird, wenn man es in verschlossenen Glasgefässen erhitzt, welche im papinischen Topfe von heftig druckenden Wasserdämpfen umgeben, am Zerspringen gehindert werden.

13) Vorzüchliches Licht über die Natur der Flamme und der Verbrennungserscheinungen überhaupr haben Humphry Davy's u. Theod. v. Grotthuss's schöne Versuche verbreitet; Gilbert's Ann. LVI. 112. LVIII. 345 u. ff. Nachstehendes enthält die Hauptergebnisse der Arbeiten dieser trefflichen Forscher.

a) Die Lichtentbindung der Flamme ist um so grösser, jemehr die Verbrennenden, oder die durch die Verbrennung entstandenen Gemische feuerbeständig sind; und jemehr dieselben mithin das in der Flamme entwickelte Licht auffangen und zu reflectiren vermögen. Phosphor, Zink etc. brennen mit lebhaftem, Wasserstoffgas hingegen mit geringem Lichte; erstere entbinden dabei verhältnifsmässig wenig, letzteres die meiste Hitze.

b) Die Hitze der brennenden Gase verhält sich, wie die Grade der Verdünnung, bei welcher sie fortbrennen und ihrer Temperatur vor der Entzündung. Ein Gemisch aus Sauerstoff- und Wasserstoffgas wird bei 18facher Verdünnung durch den electrischen Funken nicht mehr entzündet Chlorgas und Wasserstoffgas hingegen noch bei 24facher Verdünnung. Ist hingegen das erstere dieser Gemische zuvor stark erhitzt worden, so wird es dann allerdings noch durch den electr. Funken entflammt. Es explodirt nur in der Weifsglühhitze.

c) Das letztgedachte Gemisch (die Knallluft) verbrennt bei Rothgluth still (d. h. ohne Explosion) und langsam. Daher bewirkt ein in Aether oder Alkoholdunst, oder in ein Gemenge aus Kohlenwasserstoff und Sauerstoffgas getauchter, Wärme schlecht leitender Drath (z. B. Platindrath) ein stilles, lichtloses, nur den Drath glühend erhaltendes Verbrennen. Hieher gehört Ellis Lampe ohne Flamme (aus einem spiralförmig gewundenen feinen Platindrath, der in Form einer an beiden Enden offenen, etwas conischen Hülle, einen Baumwollendocht umfafst, welcher aus der Spirituslampe etwa bis zur halben Höhe des Drathes in denselben hineinragt, und der, nachdem er angezündet, ausgelöscht wird, sobald der Drath vollkommen glüht) wobei die Aethersäure (oben S. 254) als — in Dampfform den Augen sehr nachtheiliges — Verbrennungs-Erzeugnifs entsteht. Aus gleichen Gründen wird ein Gemisch aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas nicht angezündet, wenn man mit feinem Drathgitter umhüllte Flammen hineintaucht; z. B. wenn die Flamme der Bergmännslampe von einer dergleichen Hülle umgeben in die entzündlichen Kohlenwasserstoffgas und atmosphärische Luft enthaltenden Schwaden gesenkt wird. Hierauf beruht

Davy's Sicherheitslampe und Brooke's, von Newman ausgeführtes Knallluftgebläse (oben S. 100); in letzterem entströhmt stark comprimirte Knallluft nur sehr enger Oeffnung; der vor dieser Oeffnung angezündete Strahl brennt nur vor derselben, aber nicht rückwärts innerhalb des Gasbehälters. Conprimirt man jedes der Gase für sich leitet dann 1 Theil Sauerstoffgas in ein Rohr, welches von einem zweiten comprimirten, Wasserstoff spendendem Rohre umhüllt ist, während diese Hülle selbst wieder von einer dritten Sauerstoff entlassenden Röhrenhülle umgeben ist, und gehen vorn alle drei in einander geschobenen Röhren in eine enge Röhre zusammen, während jedes derselben hinterwärts mit einer eigenen, sein Gas enthaltenden und comprimirenden Vorrichtung verbunden ist, so ist die Vorrichtung absolut gefahrlos und Entzündung durch Compression (oben S. 185) vollkommen unmöglich; d. Gewerbsfr. III. Ueber Ellislampe vergl. auch noch Gilbert's Ann. LVIII. 370. Ueber Davy's Sicherheitslampe; Scherer's Nordische Blätter I. 2. H. 114. d. Gewerbsfr. IV.

d) Das Vermögen der Gase die Wärme zu zerstreuen, oder von der Oberfläche der festen Materien abzuleiten, steht im umgekehrten Verhältniſs ihrer Dichte. Das erhitzte Thermometer kühlt sich im Wasserstoffgase am schnellsten, im Chlor- und kohlensaurem Gase (Wärme entstrahlend) am lamgsamsten ab; s. weiter unten Cap. XI.

e) Jede Gewalt welche die Ausdehnung der erhitzten Gase verhindert, vermehrt dadurch die Spannung des Gases und erhöht damit die Entzündlichkeit des Gases. Je grösser mithin auch der Luftdruck ist, dem die brennenden Gase unterliegen, um so lebhafter werden sie brennen;

und nähme derselbe ins Unendliche zu, so würde jedes brennbare Gas bei der gewöhnlichen Temperatur entflammbar seyn.

f) Umgekehrt sey für jedes brennbare Gas eine Temperaturverminderung denkbar, wo selbst bei unendlich gesteigertem Luftdrucke keine Entzündung mehr erfolgen würde.

g) Ausser den angegebenen Einflüssen sey die Entzündlichkeit der Gase auch von der eigenthümlichen Natur des die Gase begrenzenden Raumes abhängig; GILBERT's Ann. a. a. O.

14) Vorstehenden Erfahrungen und Folgerungen möchte ich noch hinzufügen: bei sonst gleichen Bedingungen ist die Stärke der Lichtentwickelung verbrennender Substanzen abhängig von dem Vermögen, sowohl der Verbrennenden als der Verbrennungserzeugnisse: das Licht zu absorbiren d. h. es chemisch zu binden. So scheint die Kohlensäure, ein geringeres Lichtabsorbtionsvermögen zu besitzen, als die Salzsäure, diese ein geringeres als die Phosphorsäure, diese geringer als die Schwefelsäure etc. und alle geringer als das Wasser; und auf gleiche Weise dürfte unter den schweren Metallen das Goldoxyd das gröſste und Zink und Eisenoxyd, das geringste Lichtverschluckungsvermögen haben; Gold also dasjenige Metall seyn, welches, wenn es zur chemischen Gegenwirkung gebracht wird, die grösste Capacität für Licht zeigt, wenn die vielleicht höchst lichtreiche Kohle, ihres grossen Lichtgehaltes wegen, beim Verbrennen viel Licht entläſst, ohne davon wieder einen einigermassen bedeutenden Antheil zu absorbiren? Siehe weiter unten Cap. X.

15) DAVY erwieſs das stille, flammenlose Verbrennen des Kohlenwasserstoffs im umgebenden (durch Stickgas etc. verdünnten) Sauerstoffe der atmosphärischen Luft, durch folgenden Versuch. Er goſs

in ein passendes Glas Aether (in einem anderen Versuche Alkohol) und hielt dann einen zuvor rothglühend gemachten Platindrath darüber. Der Drath fuhr fort zu glühen, so lange sich noch Aether- oder Alkoholdunst bildete; die hiebei erzeugte (bei dieser Gelegenheit entdeckte) wässrige Aethersäure, wurde in Gestalt kleiner Tropfen an den Innenwänden eines Glascylinders gesammelt, den man während des Versuchs dem Drathe zur deckenden Hülle gab. Da Platin unter allen Metallen die Wärme am schlechtesten leitet und da seine specifische Wärme durch Temperatur-Erhöhung kaum vermehrt wird, so eignet es sich vorzugsweise zu obigem Versuche.

16) Davy's ferneren Vers. zufolge, hört das Wasserstoffgas in der atmosphärischen Luft zu brennen auf, wenn dieselbe bis auf $^1/_{10}$ ihrer gewöhnlichen Dichte verdünnt worden ist. Kohlenoxydgas verlöscht bei einer 5fachen, Kohlenwasserstoffgas bei einer 4fachen, Schwefel hingegen erst bei einer 30fachen und Phosphor bei einer 60fachen Verdünnung. Phosphorwasserstoffgas branndte noch in der aufs äusserste verdünnten Luft des Recipienten der Luftpumpe. — Ueber Verbrennung des Phosphors in atmosphärischer Luft vergl. auch Thenard's Bemerk.; Schweigger's Journ. VII. 299, u. Gilbert's Ann. XLVI. 267. Thenard's Vers. zufolge lösen 6 Litre Stickgas 0,05 Gran Phosphor unter schwachem Leuchten auf; vergl. oben S. 236. Ueber das Verbrennen des Phosphors in der Guerikeschen Leere; van Marum in Gren's neuem Journ. d. Phys. III. 96. Scherer's, Jaeger's und Pfaff's Bemerk. über das Leuchten des Phosphors in atmosphärischem Stickgase; a. a. O. III. 325. 328. ff.

17) Porret's Vers. (Thomson's Ann. of. Philos. 1817. Maj.) bestätigen, was die Erfahrungen unser Glasbläser bereits darthaten, nämlich, dafs es der äussere,

fast unsichtbare Theil der Kerzenflamme ist, welcher die meiste Hitze erzeugt, und dafs diese Hitze die Zersetzung des brennbaren Flammendunstes und das Erglühen des inneren Russes bedinge. Auch ergab sich aus diesen Versuchen, dafs der dunkle Docht nicht nur durch Lichteinsaugung Wärme erzeugt (oder entläfst), sondern dafs er auch die Wärme sehr gut leitet und die Flamme entwärmend, diese unfähig macht: allen Unschlittdunst gänzlich zu verbrennen.

18) Dana (Prof. d. Chem. zu Cambridge in Massachusetts) fand bereits vor einigen Jahren, dafs ein, aus einer engen Oeffnung auf brennende Kohlen geleiteter Wasserdampfstrahl die Helle vermehrt, wenn die Kohle in 4 oder 5 Zoll Entfernung von dem Rohre, durch welches der Dampf streicht gehalten wird. Hält man die Kohle näher, so wird sie ausgelöscht, indem sich zuerst ein kreisrunder schwarzer Fleck dort bildet, wo der Dampf die Kohle trift. Der Dampf scheint in diesen Falle nicht zersetzt zu werden (was Verbrennung der Kohle auf Kosten des im Wasser enthaltenen Sauerstoffs und Wiederverbrennung des aus dem Wasser freigewordenen Wasserstoffs auf Kosten des Sauerstoffs der Luft geben mufste), sondern nur Vermehrung des Luftzuges zu bewirken. Wird hingegen der Strahl, statt gegen eine einzelne Kohle gerichtet zu seyn, in ein Kohlenfeuer geleitet, so wird allerdings die Lebhaftigkeit der Verbrennung auch auf Kosten der Wasserzersetzung befördert. Eben so auch die Lebhaftigkeit der Flamme einer Oellampe, deren Docht so in die Höhe gezogen worden, dafs er grosse Rauchsäulen bildet; der zugeführte Dampfstrahl vermehrt dann die Helligkeit ungemein. Die Terpentinölflamme des Dochtes verhielt sich ebenso, und bei sorgfältiger Versuchleitung geht dann gar kein Rauch mehr fort und wird gänzlich verzehrt. Genau so verhielt sich auch aus einer engen Oeffnung entsteigender, angezündet

mit viel Rauch brennender Terpentinöldampf. Hier ist nun die Mitwirkung der Atmosphäre so gut wie ausgeschlossen, und mithin nur die chemische Zersetzung des Wassers als Förderungsmittel der Verbrennung des Rauches möglich. In klare, rauchlose Flammen, z. B. in Weingeistflamme gerichtet, wirkte der Dampf nur wehend, ähnlich einem Luftstrohme, aber nicht die Helligkeit fördernd; oben S. 267. Anwendung hievon auf die Strassenbeleuchtung; d. Gewerbsfr. IV. Ueber Gasbeleuchtung (d. i. Beleuchtung durch ölbildendes Kohlenwasserstoffgas, welches aus Steinkohlen, wenn man will, auch aus Papier etc. durch trockne Destillation entbunden und durch Kalkmilch gereinigt und dann der Verbrennung unterworfen worden ist) a. a. O. II. und III. Das leichte, nicht gleich dem ölbildenden aus gleichen chem. Antheilen Kohlenstoff und Wasserstoff, sondern aus 2 Wasserstoff gegen 1 Kohlenstoff bestehende, (durch Chlor sich nicht wie das Oelbildende zu Oel verdichtende) Kohlenwasserstoffgas brennt mit schwacher, bläulicher, viel Hitze erzeugender Flamme, die aber sogleich lebhaft weifsleuchtend wird, wenn man dem Gase einige Tropfen Terpentinöl beimischt.

19) Dem Verbrennen ohne Leuchten ähnelt die Bildung der Suboxyde verschiedener Metalle, z. B. des Bley's, Zinn's etc. (Bleiasche, Zinnasche) und die Säurung des wässrigen Weingeistes zu Essig, durch anhaltende Berührung der atmosphärischen Luft. — Desgleichen die Oxydation eines Brennbaren auf Kosten des Sauerstoffs eines Oxydes, sofern dabei kein Licht merkbar wird; z. B. die Oxydation des den Holzessig verunreinenden, weissen, stinkenden, flüchtigen brenzlichen Oels, anfänglich zur braunen, ölig harzigen, dann zur farbenlosen und geruchlosen säuerlichen Flüssigkeit durch den Sauerstoff des schwarzen Manganoxyds, unter Mithülfe der Schwefelsäure; d. Gewerbsfr. II — IV. u. den Anhang zu

Jahn's Malzessigbrauerei etc. 2te von mir besorgte Ausgabe. Eisenach 1818. 8. Ebendas. meine Bemerk. über Entstehung der brenzlichen Essigsäure durch Compression des kohlensauren und Kohlenwasserstoffgases. Ferner: G. H. Stoltze: Anl. d. rohe Holzsäure zur Bereit. d. reinen Essigs etc. zu benutzen. Halle und Berlin 1820. 8. Ueber die Natur des Mineralkohlengases, besonders des Schwefelkohlenstoffgases d. Gewerbs. III. 248. Dieses Gas ist vom Schwefelalkohol (oben S. 252) verschieden. Man erhält es durch trockne Destillation des Schwefelkali mit Kohle. Es riecht fast wie Schwefelwasserstoffgas, ist im Wasser unlöslich, reagirt nicht sauer, ist irrespirabel und flammetödtend, wird vom Chlorgas augenblicklich unter Ausscheidung von etwas Schwefel zerstört und verbrennt mit Sauerstoff zu wasserloser, schweflichter Säure und trockner Kohlensäure.

20) Thomson unterscheidet die verschiedenen Verbindungen der Brennbaren mit Sauerstoff durch Vorsetzung der griechischen Ordnungszahlen. Protoxyd z. B. bezeichnet das Brennbare in Verbindung mit einem Minimum, Peroxyd das mit einem Maximum von Sauerstoff; Deutoxyd die 2te, Tritoxyd die 3te, Tetoxyd die vierte etc. Oxydationsstufe; m. Einleit. in d. neuere Chem. S. 76. Sind nur zwei Oxydationsabstufungen gegeben, so pflegt man die erste durch Oxydul, die letzte durch Oxyd; bei Säuren die erste durch den Zusatz icht z. B. schweflichte Säure, zum Unterschiede von der (vollkommenen) Schwefelsäure zu bezeichnen. Ist bei Metallen eine erste, der Salzbildung unfähige Oxydationsstufe gegeben, so heist diese Suboxyd. Aehnlich diesen Ausdrücken sind die Benennungen Chloroidul u. Chloroid; oder Haloidul u. Haloid, Iodul u. Iodid, Phosphoroidul, Phosphoroid, Sulphuroidul u. Sulphuroid; etc.

E) Von der Gährung (Fermentatio) und von Erzeugung des Aether, der künstlichen Naphthen und einiger verwandter Verbindungen.

§. 158.

Wenn Pflanzen oder Thiere ihres organischen Lebens beraubt sind, oder wenn den Individuen der Art die ihnen zugehörenden Bildungstheile entzogen, und somit aus der Wirkungssphäre des organischen Ganzen gebracht werden, so erfolgen in ihnen, wie es scheint von selbst, Veränderungen, welche von Entwickelungen neuer chemischer Qualitäten begleitet und durch innere Bewegungen bezeichnet sind, die man (in sofern die Bildungstheile gewöhnlich als chemische Gemische betrachtet werden) Selbstentmischungen (von selbst erfolgende Zersetzungen) oder mit vorzüglicher Rücksicht auf das Wahrnehmbare jener inneren Bewegungen Gährungen nennt. Erfahrung lehrt indeſs, daſs diese Gährungen beim Ausschluss des Wassers keinesweges eintreten, und ausser einer gewissen Temperatur (die gewöhnlich durch den Gährungsprocess wächst) auch gewöhnlich noch der Beitritt atmosphärischer Luft dazu erfordert wird. Das Wasser spielt dabei eine wichtigere Rolle als man sie ihm gemeinhin zuschreibt, und sehr wahrscheinlich ist es die electrisch-chemische Vertheilung (die Spannung) desselben, welche zunächst Gährung gährungsfähiger Stoffe einleitet; wo mithin chemische Kräfte den organischen Bestandeskräften entgegen wirken, und sich letztere mehr oder minder unterordnen; oftmals dadurch (zuvor in ihrer Wirksamkeit beschränkte) organische Kräfte

besonderer Art (z. B. bei der Erzeugung des Schimmels, der Essigaale etc. aus gährenden Massen) weckend.

Bemerk. 1) So mannigfach als die verschiedenen Bildungstheile sind, so sind es wahrscheinlich auch die Gährungen; indeſs folgen diese gewissen analogen Fortschritten, und bringen auf gleichen Abstufungen mehr oder minder ähnliche Producte hervor, wonach man die Gährungen selbst in die Zuckergährung, geistige-, saure-, und Schimmelgährung, Infusorien-Verwesungs- und Fäulniſs-Gährung (Fäulniſs) eingetheilt hat. Ueber Zuckerraffinerie, Stärkefabrication, Weinbereitung, Bierbrauerei, Brandtweinbrennerei, Essigsiederei, Brodbacken, Indigbereitung und Indigküpe (über Färberei und Zeugdruck) u. Tabackzubereitung; über die Wirkung des Düngers und der übrigen Bestandtheile der Acker- und Gartenerde auf die Entwickelung, Erhaltung und Ernährung der Pflanzen; über die Benutzung einiger Fäulniſsproducte thier. Stoffe, (z. B. das Ammoniak des faulenden Harns etc.) über die Farbe- und Käsegährung welche einige Physiker annehmen etc. mündlich. Vergl. auch d. Gewerbsfr. I—IV.

2) Bei der Gährung entwickeln sich häufig Gase, z. B. kohlensaures Gas, Kohlenwasserstoffgas, Stickgas, Ammoniakgas, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas (von des letzteren Selbstenszündung, vergl. S. 220 leiten einige die Entstehung der Irrlichter ab), die selten rein, sondern gemeinhin mit eigenthümlichen öligen Erzeugnissen geschwängert sind; öfters auch Salpetersäure (vergl. S. 651) enthalten. Ueber den Einfluſs der Luftelectricität auf die Gährung, z. B. bei der Indigküpe, beim Bier etc. — über den Einfluſs der Fäulniſs auf verschiedene Stellen lebender Körper; über Miasmen und Ansteckungen; über die

Verbesserung der Luft in Leichenhäusern, Hospitalstuben etc. durch Chlor vergl. S. 224; über die Lage und Einrichtung der Hospitäler, Abflüsse, Cloaken, Schindanger etc. mündlich.

3) Mineralsäuren, verschiedene Salze, irrespirable Gase (und Aromata), und in gewissen Fällen auch der Weingeist, hemmen oder unterbrechen die Gährung. Oefters werden auch Salze durch die Gährung zersetzt. — Ueber das Einsalzen, Einpökeln und Räuchern des Fleisches; über jahrelanges Unverdorbenerhalten frischer Speisen etc. in luftleeren Gefässen; über die Mumien; über die Ausscheidung des Schwefels aus Glaubersalz durch gährendes Wermuthkraut; über das partielle Verschwinden des Kochsalzes im gährenden Sauerkraut; über die Aufbewahrung anatomischer Präparate in Weingeist, a. a. O. und mündlich.

4) Aus allen weinigen Flüssigkeiten läfst sich durch Destillation der Weingeist (Spiritus vini) scheiden; wasserfreier Weingeist (durch salzsauren Kalk entwässert) ist auch unter der Benennung absoluter Alkohol bekannt, und zeigt zerstört nach T. v. Saussure's Untersuchungen, im Hundert folgende Bestandtheile: 43,65 Kohlenstoff, 14,94 Wasserstoff, 3,52 Stickstoff, 37,85 Sauerstoff und 0,04 Asche Journal de Phys. T. 64. p. 316; dürfte indefs bei vollkommener Reinheit als die chemische Vereinigung des ölbildenden Kohlenwasserstoffs mit Wasser zu betrachten seyn; s. weiter unten. Der Alkohol stellt eine sehr leichte (vergl. I. S. 312) durchsichtige, farbenlose, angenehm riechende, feurig schmeckende, sehr flüchtige, bei 28 Zoll Barom. Höhe bei einer Temperatur von 176°Fahrh. kochende (vergl. I. S. 361) in der Kälte nicht gerinnende, höchst entzündliche, ohne Docht (ohne Hinterlassung eines merkbaren Rückstandes) mit blauer Flamme brennende, stark berauschende Flüssigkeit dar. In grösseren

Mengen bei gehindertem Luftzutritt zeigt sich beim Verbrennen desselben etwas Rauch, und ausser den oben angegebenen Verbrennungs-Producten, findet sich bei dem gewöhnlichen Alkohol auch eine Spur von mit Kohlensäure verbundenem Ammonick darin vor. Werden Alkoholdämpfe durch glühende Metallröhren (kupferne) geleitet, so erscheint leichtes Kohlenwasserstoffgas und im Rohr bildet sich sogen. Metallkohle (z. B. Kohle haltiges Kupfer); wählt man dazu porzellanene Röhren, so wird der durchstreichende Weingeist zum Theil in ein flüchtiges krystallisirbares Oel, in etwas essigsaures Ammoniak und wahrscheinlich auch Benzoesäure enthaltendes Wasser, in Kohlenwasserstoffgas und in der Röhre bleibende Kohle verwandelt und zersetzt. Die Kohle liefert verbrannt eine aus Kali, Kalk und Kieselerde bestehende Asche. Der Weingeist mischt sich in allen Verhältnissen mit Wasser (wobei die Temperatur erhöht wird); das specifische Gewicht des Gemisches ist verschieden, aber stets grösser als es der Rechnung gemäfs seyn sollte; vergl. §. 127. u. oben S. 203. Richter hat durch Vers. und Berechnungen geleitet eine zweckmäfsige Tabelle entworfen, über den absoluten Alkoholgehalt in Alkoholarten von verschiedenen spec. Gewichte, bei 68° Fahrh.; vergl. dessen über die neueren Gegenstände d. Chem. 9s St. u. Berlinisches Jahrb. f. d. Pharmacie etc. 1799. 83. ff. und dies. Grundr. I. S. 311. — Ueber die Lösungsfähigkeit des Weingeistes gegen verschiedene Stoffe und Gemische, oben S. 212. Verschiedene Stoffe und Gemische färben die Flamme des brennenden Weingeistes; z. B. der salzsaure und salpeters. Strontian carminroth; Boraxsäure und salpeters. Talkerde apfelgrün; Kupfersalze grün, salzs. Kalk und Baryt feuerroth oder gelb etc., wahrscheinlich, indem die Oxyde dieser Substanzen reducirt, und die hergestellten Grundlagen wieder ver-

brannt werden. Ueber die Verfertigung der Kunstfeure etc. mündlich. — Auch bei sehr niederer Temperatur verdampft der Weingeist, und hierauf gründet sich die durch van Mons gemachte Beob. durch Umlagerung des Destillirgefässes mit Eis, aus gewöhnlichem Alkohol, einen höchst flüchtigen Alkohol abzuscheiden. Schwefel, Phosphor, Boraxsäure, Aetzalkalien, mehrere Säuren und Salze, werden vom Weingeist aufgenommen und krystallisiren daraus zum Theil wieder. Phosphor anhaltend mit Weingeist behandelt, wird auf Kosten der atmosphärischen Luft des Weingeists zum weissen Oxyde, welches weniger entzündlich und nicht mehr leuchtend ist; der überstehende Weingeist leuchtet, wenn er im Dunkeln in Wasser gespritzt oder geschüttelt wird.

5) Die in der Regel mit Hülfe der wässrigen und geistigen Lösung, mittelst Temperaturwechsel (vergl. S. 621) und seltener durch chem. Anziehung anorganischer Stoffe oder Gemische bewirkte Zerlegung der Vegetabilien und Animalien, hat die Chemiker bis jetzt zur Kenntniſs folgender Bildungstheile oder sogen. Pflanzen- und Thierstoffe geführt; die als Erzeugnisse der Vegetation und Animalisation angesehen werden können, ohnerachtet sich nicht streng behaupten läſst, daſs sies ämmtlich von derjenigen Beschaffenheit in den lebenden Organismen vorkommen, welche sie nach geschehener Ausscheidung zeigen. Am wenigsten verändert werden durch diese Aussonderung oder Zerlegung (d i. eine mit Hülfe der Chemie fortgesetzte Anatomie der Pflanzen- und Thier-Leichname) diejenigen Bildungstheile, deren Trennung mechanisch Statt finden kann, und die gewöhnlich als eigenthümlich abgelagerte Massen in den Organismen vorkommen, z. B. Satzmehl, Schleim, Zucker, Harz etc.

Die Bildungstheile der Organismen haben entweder entschieden saure oder entschieden basische

(alkalische) Gegenwirkungswerthe, oder sind weder entschieden sauer noch entschieden basisch, sondern fügen sich mehr oder weniger — hierin dem Wasser ähnelnd — sowohl den sauren als den basischen Gegenwirkungen. Hiernach erhalten wir folgende drei Klassen, von denen die ersteren beiden nur aus Arten bestehen, die letztere hingegen in Gattungen und diesen untergeordnete Arten zerfällt.

A) Säuren.

Oxalsäure, Zitronensäure, Weinsäure, Benzoesäure, Kampfersäure, Bernsteinsäure (unter andern auch im gährenden Honig vorkommend) Schwammsäure, Pilzsäure, Aepfelsäure, Milchsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Chinasäure, Safransäure, Stocklacksäure, Gallussäure, Rindensäure, Gerbsäure, Blauholzsäure, Gerbbittersäure, Pflanzendungsäure, Bittersäure, Bittergelbsäure, Amniossäure, Harnsäure, Rosige Säure, Gallensteinsäure, Talgsäure, Oelsäure, Isatinsäure, Mekonsäure, Blausäure. Ausserdem gehören hieher noch verschiedene Säuren mit einfacher Grundlage und mit einfachem Säurer, insofern dieselben zwar nicht frei, aber doch häufig an Basen gebunden, als Salze in Organismen vorkommen. Z. B. die Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Flufssäure und zum Theil auch die Kohlensäure; s. oben S. 256 u. ff.

B) Basen, genannt Alkaloide.

Nachdem Sertuerner im Opium das (narkotische) Opiumalkali oder Morphium entdeckt hatte, fand man ähnliche, meistentheils in heissem Alkohol lösliche und daraus krystallisirbare, im Wasser schwerlösliche, alkalisch reagirende, Säuren neutralisirende, giftige oder scharfe Bildungstheile in den übrigen narkotischen und scharfen Pflanzen; ich gesellte ihnen (in meinen Grundzügen S. 492 u. ff.) noch einige Thierbildungstheile bei, weil dieselben ebenfalls theils alkalisch reagiren, theils Säuren neutralisiren und liefs sie demnach in folgende zwei Abtheilungen zerfallen:

a) Pflanzliche: 1) Morphin (Morphium, Papaverin), 2) Strichnin (der Krähenaugen, Ignatiusbohnen und des Schlangenholzes, 3) Picrotoxin (der Kockelskörner), 4) Delphinin (der Stephanskörner), 5) Daphnin (Vauquelin) aus der Rinde der Daphne Alpina und verschiedener anderer Seidelbastarten, 6) Daturin (Stramonin des Stechapfels), 7) Atropin (Belladonnin der Belladonna), 8) Brucin (aus der Rinde der falschen Angustura, Brucea anti-dysenterica), 9) Veratrin (Sabadillin, des Sabadillsaamen, des Veratrum album, des Colchicum autumnale), 10) Hyoscyamin (Bilsenalkali des Hyoscyamcus niger), 11) Aconitin (verschiedener Arten des Aconitum), 12) Cicutin (des Schierlings) u. 13) Piperin (des schwarzen und weissen Pfeffers).

b) Thierliche: 14) Gallin (Gallenstoff), 15) Urinin (Harnstoff), 16) Oxyurinin (Blasenoxyd) u. 17) Cyan-Urinin? Entdeckt durch Brugnatelli; Ann. general. des Sc. phys. sixième Livraison. p. 387.

C) Unentschieden chemisbh wirksame Bildungstheile:

Name der Gattung	Namen der Arten
I. Eyweiss (Albumen)	1) Albumen der Eyer. 2) Albumen der serösen Flüssigkeiten, des Chylus u. des Blutes. 3) Hirneyweifs. 4) Blutroth. 5) Krystalllinsen-Eyweiss. 6) Galactin oder Käsestoff. 7) Zumin oder Hefeneyweiss.
II. Thierfaser (Fibrin)	1) Muskelfaser. 2) Blutfaser. 3) Hornfaser.
III. Thierschleim (Mucus)	1) Nasen- u. Luftröhrenschleim 2) (Gelber) Gallenschleim: 3) Gedärmeschleim. 4) Harnwegeschleim.

Name der Gattung	Namen der Arten
IV. Thiergallerte (Thierleim, Gallerte, Gelatin)	1) Fleischgallerte. 2) Schleimgallerte (Hausblasenschleim). 3) Leim (Tischlerleim).
V. Osmazom (Thierextract)	1) Fleischosmazom. 2) Blutwasser-Osmazom. 3) Schwammosmazom.
VI. Salivin (Speichelstoff)	1) Speichelstoff. 2) Schleimsalivin (Austernschleim) 3) Eyweifssalivin (Schafwassereyweifs).
VII. Kleber (Triticin, Mehlleim, Colla)	1) Triticin (Weizen-Colla). 2) Leguminin (Hülsenfrucht-Colla). 3) Fungin (Schwamm- u. Pilzcolla). 4) Hordein (Cevadin, Gerstencolla). 5) Pollenin (Blüthenstaub-Colla). 6) Schleimkleber (Flechtenfaser).
VIII. Pflanzenfaser	1) Holzfaser. 2) Linnenfaser (Linnenpapier). 3) Markfaser (Medullin). 4) Korkfaser (Kork, Suber). 5) Amylonfaser (Stärkmehl artige Faser)
IX. Amylon (Amydon, Satzmehl, Kraftmehl, Stärke)	1) Inulin (Alantstoff, Helenin). 2) Stärkmehl (Getraide-Amylon). 3) Moosamylon (Flechtenschleim, Salep).
X. Zucker	1) Leichtlöslicher, krystallinischer Zucker (Rohrzucker). 2) Malzzucker (Honigzucker, Traubenzucker, Harnruhrzucker). 3) Shleimzucker (Syrup). 4) Gallenzucker (Picromel). 5) Scheeles Süfs (Oelzucker, Fettzucker). 6) Extractivzucker (Glycirrhizin).

Name der Gattung	Namen der Arten
	7) Schwammzucker. 8) Mannazucker (Mannit, Mannastoff). 9) Milchzucker.
XI. Gummi (Pflanzenschleim, Acacin)	1) Acacin (arabisches Gummi). 2) Bassorin (Cerasin, Prunin, Kirschgummi, Gallertgummi, Pflanzengallerte).
XII. Asparagin (Spargelstoff)	1) Säulenförmiges. 2) Octaedrisches.
XIII. Saponin (kratzendes Extract, Seifenstoff).	1) Leichtlösliches (Seiffenwurzelstoff). 2) Senegin (aufquellendes Saponin).
XIV. Emetin.	1) Ruhrwurzel - Emetin (Ipecacuanhin). 2) Meerzwiebel - Emetin (Scillitin).
XV. Olivil (Oelbaumgummi, Krystallharz)	
XVI. Harz	1) Hartharz. 2) Weichharz. 3) Federharz (Kautschuk). 4) Feder-Erdharz (elastisches Erdharz)
XVII. Wachs	1) Cerin (Bienenwachs). 2) Myricin (Pflanzenwachs). 3) Ambra.
XVIII. Fett	1) Trocknendes fettes Oel. 2) Schmieriges fettes Oel, 3) Talg (Stearin). 4) Wallrath (schmelzbarer Cetin).
XIX. Kampfer	1) Gemeiner Kampfer. 2) Alantkampfer. 3) Haselwurzkampfer.

Name der Gattung	Namen der Arten
	4) Anemonenkampfer. 5) Cantharidenkampfer. 6) Nieswurzkampfer. 7) Birkenkampfer (Betulie). 8) Bernsteinkampfer (flüchtiges Bernsteinharz). 9) Salzsäure Kampfer (ein Kunsterzeugniſs, erhalten durch die Wasser entziehende Einwirkumg des salzsauren Gases auf ätherische Oele; s. oben S. 200 u. m. Grundzüge S. 526).
XX. Flüchtiges Oel (ätherisches Oel, wesentliches Oel, Pflanzenäther, Spiritus Rector)	1) Erdnaptha (Naptha, und Berg- und Steinöl). 2) Pflanzliches brenzliches Oel; oben S. 256. 3) Thierliches brenzliches Oel (Dippelsches Oel). 4) Würziges leichtes Oel. 5) Fettiges ätherisches Oel (z. B. Petersilienöl, Fuselöl). 6) Schweres würziges Oel (z. B. Gewürznelkenöl). 7) Blausaures Oel (z. B. der bitteren Mandeln). 8) Scharfes tropfbares Oel (z. B. des Meerettig etc.) 9) Scharfes gasiges Oel (flüchtige, zum Niesen reitzende, röthende Pflanzenschärfe). Hier schliessen sich die künstlichen Napthen, der Aether u. d. Weingeist an, s. weiter unten.

Treffliche Winke zur Auffindung bisher übersehener Pflanzenbildungstheile, mittelst Benutzung der Organe lebender Organismen statt der chemischen Reagentien enthalten: Runge's Neueste phytochemische Entdeckungen etc. Berlin 1820. 8.

Vergl. damit meine Bemerk. in TROMMSDORFF's Journ. XVI. 2. St. 177. u. ff.

6) Ueber Gummi- und Schleimharze, Balsame und gemischte Stoffe mündlich, eben so über Pflanzenextracte und Musse, aromatische Wässer; über die Indigo- und Lacmusbereitung, über die Lac- und Pastellfarben; über Papierfabrication-, Hanf-, Lein-, Baumwoll- und Seidebereitung; über Oelschlägerei, Kochkunst, Leimbereitung, Verfertigung der Darmsaiten, Bearbeitung der Knochen, Hornarten, Schuppen, Ausbr. d. thier. Oele etc.

7) Wäscht man in einem leinenen Beutelchen verschlossenes Weizenmehl so lange mit reinem Wasser aus, als noch Stärke in Form einer weifslichen, trüben Flüssigkeit abgespühlt wird, so bleibt der sog. Mehlleim d. i. Triticin (oben S. 277) als in Wasser unlösliche, demselben nicht adhärirende, hingegen an trocknen Körpern stark haftende, sehr elastische, erhitzt aufschwellende, den Geruch brennender Haare verbreitende und durch trockne Destillation zerstört neben brenzlichem Oel, etwas blausaures und verhältnifsmässig viel kohlensaures Ammoniak entwickelnde, phosphorsauren Kalk enthaltende Asche hinterlassende, und durch dieses Gesammtverhalten mit den thierischen Bildungstheilen übereinstimmende Masse zurück. TADDEY infundirte das frisch ausgeschiedene Triticin mit 35 bis 40gradigem Alkohol, in welchem er während dessen die Masse häufig auseinanderzerrend bewegte, und mit dem er dann dieselbe so lange auswusch, als Zusatz von Wasser die geistige Auswaschflüssigkeit noch trübte. Nachdem die geistige Flüssigkeit durch ruhiges Stehen von mechanisch beigemengtem Triticin sich klärend gesondert hatte, gab sie durch Abdunstung eine, mit etwas gelblichem Harz vermischte und davon durch Aether befreibare, strohgelbe, etwas durchsichtige Masse von der Zähigkeit des Honigs, welche in dünnen Tafeln

zerbrechlich, erhitzt anfänglich honigkuchenartig, dann den gebratenen Aepfeln ähnlich roch, an der Zunge klebte und balsamisch süfslich schmeckte. Sie quoll mit dem Wasser auf, ohne sich darin zu lösen, bildete bei Siedhitze einen Schaum und gab eine etwas milchliche Flüssigkeit. Wasser und Alkalien fällen die geistige Lösung dieser von Taddey-Glaiadine (von γλια Gluten) genannten Substanz, ebenso die Galläpfel; Säuren lassen sie hingegen fast ungeändert, nur dafs sie getrocknet von starken Säuren (wie auch von Aetzalkalien) aufgelöst wird. Sie ist für sich allein einer langsamen Gährung fähig, und erregt dieselbe in zuckrigen Substanzen. — Der nach der Behandlung des frischen, wäfsrigen Triticin mit Alkohol gebliebene Rückstand (gewöhnlich 1/4 des Ganzen) bietet, mit Alkohol wiederholt ausgekocht, eine unförmliche weifsgraue, harte, nicht zusammenhängende, durch Wasser wieder etwas klebrig werdende, an der Luft sich schnell bräunende, für sich unter Entwicklung von stinkendem faulen Harngeruch in Fäulnifsgährung übergehende, in Essig und in Mineralsäuren bei Siedhitze vollkommen lösliche, mit Aetzalkalien seiffenartige Gemische bildende, von T. Zimom genannte Substanz dar. Die Flamme mit welcher das Glaidine verbrennt, ist ziemlich lebhaft und glänzend (etwa, gebundenen Alkohol's wegen?) die des Zimom ist es weniger.

8) Theod. v. Saussure fand, dafs in Wasser gelöste Stärke (Kleister) bei einer Temp. von 20 bis 25° durch langes Stehen der freiwilligen Zersetzung überlassen, zu dieser so wohl mit als ohne Luftberührung gelangt, und dabei in viererlei verschiedene Zuckergährungserzeugnisse zerfällt; nämlich in Zucker (ähnelnd jenem, welches Sieden der Stärke mit verdünnter Schwefelsäure, desgleichen Behandlung der Holzfaser mit Schwefelsäure erzeugt, und den man Stärke- oder Faserzucker nennt; d. Gewerbsfr.

II. u. III.) eine Art Gummi (ähnlich dem Gummi, welches geröstete Stärke liefert) eine Materie, welche v. S. Amidine genannt hat, und die hinsichtlich ihrer Eigenschaften zwischen Gummi und Stärke fällt, und eine der Faser sich nähernde, in Wasser unlösliche Substanz. Beim Keimen und Saamenblatttreiben der Getreidearten etc. scheint die Natur, mittelst der Zuckergährung ähnlichen Processen, die Erzeugung ähnlicher Gebilde, unter Mitwirkung von Wärme und Licht zu Stande zu bringen. Stärke, Zucker, Gummi und Faser scheinen aber nicht sowohl verschieden zu seyn, dadurch dafs sie ungleiche Bestandtheile haben, auch nicht dadurch, dafs diese Bestandtheile in ungleichen Mengen zugegen sind, sondern nur durch die verschiedene Art, wie diese Bestandtheile in ihnen gegenseitig verbunden sind; s. m. Syst. d. Chem. S. 28; und wenn die Schwefelsäure aus Faser (nach Braconnot) oder aus Stärke (nach Kirchhof) Zucker entstehen macht, oder wenn dasselbe Kirchhof's Beob. zu folge statt hat, dadurch, dafs trocknes gepulvertes Triticin mit einer doppelten Menge Stärkkleister während 10 bis 12 Stunden bei eine Temp. von 50° bis 75° C digerirt wird, so dürfte in allen diesen Fällen die Aenderung des chemischen Bestandes das Bedingende aller hieher gehörigen Gährungserzeugnisse seyn. Was veranlafst aber diese Aenderung? Ohne Zweifel galvanische Ketten, die sich nothwendig bilden müssen, da in den erwähnten, wie in allen übrigen analogen Fällen, ungleiche Leiter der Electricität zur andauernden Berührung kommen und mithin + E und — E entbunden werden mufs. Bei den wirklichen Gährungen kommt es hiebei entweder zur Wasserzersetzung oder doch zu Zersetzungen eines Theils der in Wasser gelösten organischen Substanz; daher einerseits häufig Kohlensäurebildung, und andererseits Sauerstoffentziehung und Bildung von trübender, ge-

ronnenem Eiweifs in chemischer Hinsicht ähnelnder Masse (z. B. die Essigmutter bei der Essiggährung) oder auch von Kohlenwasserstoff (z. B. bei der Verwesung und Fäulnifs), desgleichen Erzeugung von Dungsäure (S. 251) und Salpetersäure erstere bei Pflanzen-, letztere bei Thier-Verwesung) neben Kohlenwasserstoff, und von Kohlensäure und Ammoniak (bei der Thierfäulnifs) eintreten. — Bei der Entstehung der Infusorien und des Schimmels scheint bei ersteren jene Eiweifs ähnelnde Substanz, welche z. B. bei der Gährung des Mostes gerinnend als Hefe sich aussondert, und welche in allen lebenden Pflanzen vorkommt, bei letzterem dieselbe in Verbindung mit Stärkegummi das Materiale herzugeben; nur mit dem Unterschiede, dafs in dem Maafse wie beide E auf dieses Materiale zersetzend einwirken, in jenem der Zersetzung nicht unterliegendem Theile desselben: die Capacität für Licht erhöht und mit dessen fortschreitender Bindung die Belebung vermittelt wird? — Ueber Infusorienbildung vergl. auch Dr. Gruithuisen üb. d. chem. u. dynamischen Momente bei der Bildung d. Infusorien; Gehlen's Journ. f. Chem., Phys. u. Mineral. VIII. 511. ff. Bei der geistigen Gährung dürfte die Hefe vorzüglich durch ihre galvanischen Erregungen das chemische Gleichgewicht des gelösten (oftmals erst zuvor durch Zuckergährung entstehenden) Zuckers aufheben, und so das Zerfallen des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol bewirken; vergl. meine Grundzüge S. 529. Alkohol (ein Isolator) desgleichen Siedhitze raubt der Hefe jenes Erregungsvermögen; Zucker löst sie auf und schützt sie, Döbereiner's Beob. zufolge, gegen Verderbnifs; d. Gewerbsfr. II. u. III. — Minderung des Luftdrucks (z. B. mittelst Verschlucken der aus dem Gährgefässe mittest Röhren in kalt. Wasser geleiteten Kohlensäure) beschleunigt die geistige Gährung; a. a. O. u. IV. Bd. ebend.

§. 139.

XXXXVII. Vers. Werden gleiche Gewichtstheile Alkohol (d. i. entwärserter Weingeist) und concentrirte Schwefelsäure vorsichtig gemischt und in einem gläsernen Destillirapparat erhitzt, so wird die Hälfte des Alkohols zersetzt; die Schwefelsäure entzieht nämlich diesem Antheile des Alkohol's sein chemisch gebundenes Wasser und macht dadurch den zweiten Bestandtheil des Weingeist's, das ölbildende Kohlenwasserstoffgas (S. 257) frei, welches jedoch bereits mit etwas Aether vermischt ist. Dieser ist eine Verbindung des Weingeists mit ölbildendem Gas und wird gewöhnlich gewonnen, indem man 1 Theil Schwefelsäure mit 4 Theilen Alkohol detsillirt und den Rückstand wiederholt auf gleiche Weise behandelt. Wenn hiebei die Säure Wasser entziehend auf den Aether wirkt, so bilden sich nach und nach durch Anhäufung des Kchlenwasserstoffs und unter Entziehung von Wasserstoff von Seiten des Sauerstoffs der Schwefelsäure: ein würziges flüchtiges Oel, (Weinöl), ein zähes Harz und zuletzt Kohle. Alle diese Gebilde (der Alkohol selbst nicht ausgeschlossen) wirken aber auch während der ganzen Operation auf die Schwefelsäure chemisch zersetzend, uud der Alkohol auch mischend ein, ihren Mischungswerth mannigfach abändernd.

Bemerk. 1) Die Erzeuguug des Weinöls begleitet aus den angegebenen Gründen die Entwickelung einer Menge schwefelsauren Gases und die rückständige Schwefelsäure wird dadurch zunächst in schweflichte Schwefelsäure (beladen mit mehr oder weniger Alkohol oder Weinöl, und also gemischt verschie-

dene Arten der alkoholigen Schwefelsäure; S. 248 darstellend) verwandelt. SERTÜRNER zeigte zuerst, daſs durch das Sieden eines Gemisches von Schwefelsäure und Alkohol, sich eine neue Säure bilde, welche fähig sey, drei verschiedene Oxydationsstufen anzunehmen, die er durch die Benennungen proto-, deuto-, trito-önothionische oder schweflichte Weinsäuren bezeichnete. Es geben diese Säuren mit den Baryt- und Bleisalzen keine Niederschläge, liefern für sich destillirt schweflichte Säure, Schwefelsäure und ein ätherisches Gas, krystallisiren mit Kalk in entzündlichen, biegsamen Tafeln und schmecken sehr sauer. Meine Grundzüge S. 506. Ebendaselbst über die merkwürdigen Verbindungen des Alkohols mit Weinsäure, Essigsäure und besonders mit Oxalsäure. Auffallend ist das übereinstimmende Verhalten des alkoholigoxalsauren Ammoniaks mit dem chlorphosphorsaurem Ammoniak; a. a. O. u. S. 413. In den Weinen ist der Alkohol ebenfalls entweder mit aller Weinsäure (auch wohl Aepfelsäure) chemisch verbunden, dieselbe neutralisirend (z. B. in den nicht sauren Weinen) oder mit einem Theil der Säure. Im letzteren Fall stellt der Wein eine den saueren Salzen analoge Verbindung dar; a. a. O. 530. Bem. 5.

2) Der Aether, auch Schwefeläther genannt, ist farblos, höchst flüchtig und entzündlich, schwimmt auf dem Wasser, fordert das 12fache desselben zur Lösung (bildet in Weingeist gelöst den sog. Schwefelätherweingeist oder Hoffmannischen Liquor) und verbrennt mit Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser (hiebei mehr Kohlensäure erzeugend als der Weingeist). Tröpfelt man Alkohol auf trockne eisartige Schwefelsäure, so verbreitet sich augenblicklich der angenehmste Aethergeruch.

3) Die Umbildung des Weingeistes in Aether, Oel, Harz etc. rückt ihn dem Werthe der wirklichen Bil-

dungstheile (den ätherischen Oelen etc.) lebender Organismen näher und steigert so seine Beziehung zur belebten Welt; vergl. meine Materialien zur Erweiterung d. Naturk. Jena 1805. 8. u. Berlinisches Jahrb. f. d. Pharmac. XVIII. Jahrg. Ueber die fortdauernde Gährungswiederkehr junger Weine zur Zeit der Weinblüthe und der Traubenreife, junger Biere zur Zeit der Gerstblüthe etc. mündlich.

4) Ueber Aether- (und Naptha-) Bildung vergl. auch W. Nasse, Theorie d. Aetherbildung. Leipz. 1809. 8. Schnaubert in v. Crell's Ann. 1802. II. 222. 311. 458. 380. Aehnliche Versuchen französ. Chemiker in Scherer's Journ. VI. 436. Gehlen's Bemerk. in dessen N. A. Journ. d. Chem. II. 206. ff. Thenard in Gehlen's Jour. f. Chem., Phys. u. Mineralog. IV. 18. ff. F. Sertürner's kurze Darstellung einiger Erfahrungen über Elementar-Attraction, mindermächtige Säuren und Alkalien, Weinsäuren etc. Göttingen 1820. 8.

5) Ueber Weingeist- und Aetherbildung vergl. auch Döbereiner's Grundr. d. allgem. Chemie. 2te Aufl. S. 138 u. ff. Nach Döbereiner giebt 1 Gran Zucker, wenn er in Wasser gelöst durch Hefe in geistige Gährung übergeführt wird, stets 0,94 rhl. d. d. Cubikzoll kohlensaures Gas (bei welchem Barometerstande wurde dieses Gas gemessen?). D. benutzte dieses Ergebnifs, um nicht nur die Gegenwart, sondern auch die Menge des in den Pflanzensäften vorhandenen Zuckers zu erforschen.

6) Ueder Respiration der Thiere und Menschen und das dabei statthabende merkwürdige Gegenwirkungsverhältnifs des chemisch wirkenden Sauerstoffs zur belebten Substanz, vergl. m. Grundzüge S. 531. ff. Samuel Meges de respiratione

animalium comment. Heidelberg 1810. 4. Mein Syst. d. Chemie S. 85 u. ff.

7) E. F. Glocker, Vers. üb. d. Wirk. d. Lichtes auf die Gewächse. Breslau 1820. 8. C. C. Grischow, Phys. chem. Unters. üb. die Athmungen der Gewächse und deren Einflufs auf die gemeine Luft. Leipzig 1819. 8. J. F. John, über die Ernährung der Pflanzen etc. Berlin 1819. 8. Wahlenberg vom Sitz der unmittelbaren Pflanzanproducte, in Gehlen's Journ. f. Chem., Phys. u. Min. VIII. 180. F. S. Voigt, die Uebereinstimmung des Stoffs mit dem Bau der Pflanzen; Schweigger's Journ. XVII. 190. ff.

§. 140.

XXXXVIII. Vers. Dritthalb Loth starke rauchende Salpetersäure werden in ein, 8 Unzen an Maas haltendes starkes, mit einem eingeriebenen Glasstöpsel versehenes Glas, gegossen. Hierauf tröpfelt man vorsichtig drei Quentchen destillirtes Wasser (mittelst eines genässten Papierstreifens) auf den Rand des Glases, so dafs das Wasser unmerklich an der inneren Glasfläche herabfliessend, über die Säure, ohne sich damit zu mischen, geschichtet wird. Auf gleiche Weise bringt man jetzt drei Loth absoluten Alkohol über das Wasser, verschliesst das Glas mit dem Stöpsel, und läfst es an demselben Orte ruhig stehen, wo man die obige Schichtung veranstaltete. Die orange Salpetersäure wird bald da, wo sie das Wasser berührt grün, und nach nnd nach blau. Anfänglich steigen nur aus der Grenzfläche von Säure und Wasser kleine, nach und nach grösser werdende Blasen in den Alkohol, endlich aber auch aus der Säure selbst, durch das

Wasser bis zur Oberfläche des Alkohols, dessen untere Lage so wie die des Wassers allmählig trübe wird; beide hellen sich aber nach und nach wiederum auf, und lassen jetzt eine hellgelbe, auf der Oberfläche des Alkohols schwimmende, den Borsdorffer Aepfeln ähnlich riechende Flüssigkeit, die erzeugte Salpeternaptha (Salpeteräther; Naphtha s. Aether nitri) bemerken. Nach 2—5 Tagen wird die Naptha nicht weiter vermehrt, und kann durch einen Scheidetrichter abgesondert und von anhängender Säure durch etwas verdünnte Aetzkalilauge oder Kalkmilch gereinigt werden. Das Gewicht derselben beträgt gewöhnlich soviel als die angewandte Salpetersäure gewogen hatte.

Bemerk. 1) Nur die Salpeternaptha läfst sich durch eine solche Schichtung von Säure, Wasser und Alkohol hervorbringen. Die übrigen zur Napthabildung fähigen Säuren, heischen die vollkommene Mischung von Alkohol und Säure, und die Destillation dieses Gemisches, wenn auch nicht zur Einleitung des Aetherbildungsprocesses, der jenem der Napthabildung voranzugehen scheint, doch zu dem der Napthaerzeugung. Es scheint nemlich in allen (als solche gebundene Säure enthaltenden) Napthen die Grundlage nicht sowohl der Alkohol, als vielmehr der Aether, oder vielmehr ein weingeisthaltiger Aether zu seyn. — Die Säure welche die Salpeternaptha anfänglich verunreinigt, besteht theils aus salpetrichter Säure, theils aus Essigsäure. Auch die vollkommen von Säure befreite Naptha, wird nach einiger Zeit wiederum sauer, wobei sich ein besonderes Gasgemisch entbindet; dasselbe entwickelt sich auch, wenn man die Salpeternaptha durch unmittelbare Mischung von Säure und Alkohol (und

nachfolgender Destillation) bereitet, und wurde sonst unter der Benennung ätherisirtes Salpetergas als eine eigne Gasart betrachtet. Nach THENARDS Vers. ist es hingegen ein veränderliches Gemisch aus dampfförmiger aufgelöster Naptha, Salpetergas, Stickgas, oxydirt. Stickgas, Kohlensäure, Essigsäure, Alkohol etc. Derselbe Experimentator erhielt durch Zerstörung der Salpeternaptha bei hoher Temperatur im Hundert folgendes Grundstoffverhältnifs: Stickstoff 16, Kohlenstoff 39, Sauerstoff 34 und Wasserstoff 9.

2) Ausser der Salpetersäure sind noch folgende Säuren der Napthabildung fähig: a) die Salzsäure, welche in beteutender Menge von der sich bildenden merkwürdigen leichten Salznapthe aufgenommen wird, die unter allen die flüchtigste aber nicht die specif. leichteste ist, und die Salzsäure im abgestumpften Zustande enthält, weshalb sie auf keine Weise salzsauer reagirt, hingegen verbrannt sogleich gasförmige Salzsäure in grosser Menge entwickelt; b) die Essigsäure, welche eine durch Alkalien und Luftberührung sehr bald sauer werdende, sehr leicht zersetzbare Naptha liefert; c) die Flufssäure, deren Naptha der Essignaptha gleich kommt, und blofs aus dem Alkohol abzustammen scheint; d) die Phosphorsäure, deren Wirkung auf den Alkohol sehr unvollkommen ist; e) die Chromsäure und f) die Arseniksäure. — Leitet man Chlor-Gas durch Alkohol, so wird dieser in Wasser, in ein flüctiges Oel (dem Pfeffermünzöl ähnlich riechend), in eine leicht verkohlende Substanz und Essigsäure umgeändert. Hieher gehört die schwere Salznaptha; oben S. 284.

3) Die verschiedenen Napthaarten weichen nach denen zu ihrer Bildung erforderlichen Säuren, in ihren besonderen Eigenschaften von einander ab; und lassen sich gewöhnlich schon durch Geruch, Geschmack,

Farbe, Flüchtigkeit und Dichtigkeit von einander und von dem Aether unterscheiden. Der letztere, (der rectificirte Schwefeläther) kocht unter dem entleerten Recipienten der Luftpumpe, schon bei 20° F. Die leichte Salznaptha auf die Hand getröpfelt geräth ins Kochen, verdampft schnell, und erzeugt dadurch wie alle verdampfenden Fluida, grosse Kälte. Gasartiger Aether- oder Napthadampf angezündet erregt unter einem offenen, auf und niedergeschobenen Glascylinder, gleich dem unter ähnlichen Umgebungen brennenden Wasserstoffgase, heulende Töne (chemische Harmonika). Alle Napthen lösen sich leicht in Alkohol (versüfste Säuren, Napthaweingeist), hingegen unvollkommen in Wasser. Das Federharz, die Harze, Fette, Oele, Wachs, der Kampher etc. der Extractivstoff, Schleim etc. (aber nicht das Gummi) sind sowohl im Aether als in den Napthen löslich. — Phosphor (und von einigen auch der Schwefel) wird davon aufgenommen und krystallisirt sich daraus öfters in baumartigen Gebilden. Einige Metallauflösungen werden durch die Napthen, so wie durch den Aether zersetzt, so dafs sich theils metalloxydhaltige Napthen oder Aether bilden, theils die Metalle reducirt werden. — Aether- oder Napthadampf und Sauerstoffgas liefert Knallluft. Ausser dem Ammoniak wird kein Alkali (und keine Erde) vom Aether oder von Napthen aufgelöst. Bei heftiger (künstlicher) Kälte gerinnen sie, gleich dem Aether zum Theil.

4) Die reinen Napthen sind sehr entzündlich, und übertreffen hierin den Alkohol; die Flufsnaphta verbrennt zu Essigsäure (vielleicht auch eine Spur von Flufssäure) haltigem, kohlensauren Wasser; die übrigen Napthen zu kohlensaurem Wasser, welches mit der ausgeschiedenen Säure der Naptha (z. B. Salzsäure, Salpetersäure) vermischt ist. (Verbrennnng des Aethers oder einer Naptha, welche auf Zucker ge-

tröpfelt und damit ins Wasser geworfen worden ist, über Wasser.

5) Leitet man den Aether durch ein glühendes porzellanenes Rohr, so wird er zerstört, und liefert dann folgende Producte: ein nach Benzoe riechendes braunes empyreumatisches Oel, sehr wenig Wasser, eine bedeutende Menge Kohlenwasserstoffgas und etwas lockere, höchst wenig Asche gebende, Kohle. Concentr. Salpetersäure verdickt ihn zu einem ölartigen Gebilde; conc. Schwefelsäure wandelt ihn zum Theil in unvollkommen Aether (Weinöl s. oben) um; in Chlorgase wird er nach kurzer Zeit entzündet, und verschiedene Gase z. B. Salpetergas werden von ihm absorbirt. Salpeternaptha durch ein glühendes porzell. Rohr geleitet, liefert: etwas Wasser, etwas Blausäure und Ammoniak, empyreumatisches Oel, Kohlensäure, Salpetergas, Stickstoff haltiges Kohlenwasserstoffgas und Kohle. Die Auflösung des Aetzkali in Weingeist, verwandelt ihn nach und nach in Essigsäure und salpetrichte Säure. Die Salznaptha brennt mit grüner Flamme und liefert durch ein glühendes porzell. Rohr getrieben Salzsäure und ein schweres, entzündliches, brenzliches Gas, bei Weisglühhitze scheidet sich statt des Letzteren leichtes inflammables Gas und Kohle ab. Kochende Schwefel- und Salpetersäure zersetzen sie (eben so das Chlor) und machen eine grosse Menge Salzsäure frei. Die Essignaptha brennt mit blaugelber Flamme, unter Verbreitung eines Essiggeruchs; durch ein glühendes kupfernes Rohr getrieben, giebt sie viel Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäure und etwas Kohle. Alkalien stellen die Essigsäure desselben wieder her, liefern damit essigsaure Salze, und Alkohol kann aus der entmischten Naptha durch Destillation geschieden werden. Mit Schwefelsäure oder Salpetersäure destillirt, liefert sie Essigsäure und Aether oder Salpeternaptha. Die Alten nannten die Essignaptha

animirten Weingeist; und WENZEL (dessen Einleit. in d. höhere Chem. und KASTNERS Beitr. I. Bd.) behauptet schon, so wie mehrere ältere Chemiker, dafs im Weingeiste ein eigenthümliches Anneigungsmittel liege, welches den Säuren die Acidität benehme, und (den Alkalien ähnlich) abstumpfend gegen sie wirke.

F) Von der Mefsbarkeit der Chemischwirksamen und ihrer Wirkungsgrössen, oder von der Stöchiometrie.

§. 159.

Sofern sich Chemischwirksame vermöge wechselseitiger chemisch-ziehender Gegenwirkung einen, erfordern sie auch gegenseitig bestimmte Mengenverhältnisse, um feste oder selbstständige, als solche von bestimmter Erschöpfung des Wechselwirkungsvermögens ihrer Mischungstheile zeugende, Einungen zu gewähren; waren hingegen vorwaltend mechanische Druckgewalten die Bedinger des räumlichen Mitsammenseyns (S. 183) so sind die daraus entspringenden Verbindungen (Raumausgleichungen) sowohl in Rücksicht des Mengenverhältnisses der Verbundenen, als auch hinsichtlich ihres chemischen Mischungsbestandes veränderlich. Nur von den festen Verbindungen handelt es sich, wenn es gilt die Grössn zu messen, mit welchen verschiedengeartete Chemischwirksame (sowohl Gruudstoffe als Gemische) in Beziehung auf ein drittes, hinsichtlich seiner Menge bekanntes Chemischwirksames, denselben Grad der Schwächung oder der Erschöpfung von dessen Mischbarkeit (oder dasselbe Maafs der Sätti-

gung) zu Wege bringen. Es setzen diese Bestimmungen voraus, daſs je zwei Chemischwirksame in Absicht auf Mischungserschöpfung sich gegen ein Drittes, mit seiner Raum oder Gewichtsgrösse zur Vergleichungs-Einheit dienendes Wirksames, in, ihren eigenthümlichen Naturen entsprechenden Raumgrössen oder Gewichtsgrössen-Mengen, wechselseitig zu vertreten vermögen, wenn die physischen Hindernisse der Mischung aus dem Wege geräumt sind. Die Erforschung dieser Vertretungswerthe ist Gegenstand der durch RICHTER begründeten Stöchiometrie oder Messkunst chemischer Elemente, deren Anwendungen sich nicht nur auf die erfahrungsgemäſs wirklichen, sondern auch auf die erschlieſsbaren möglichen festen Verbindungen erstrecken, stets aber von sicheren Erfahrungen ausgehen und nur durch dieselben chemische Beweiſskraft erlangen.

BEMERK. 1) L. GMELIN (dessen Handb. d. theoret. Chemie. I. S. 27) giebt folgende Kriterien an, um feste oder eigenthümliche Gemische von den veränderlichen Verbindungen zu unterscheiden.

a) Der Saturationspunct, der bei grösserer Affinität fix ist, bestimmt zwei eigenthümliche Verbindungen, indem sich einmal a mit b und das andremal b mit a sättigt.

b) Jedes Gemisch, das sich rein krystallisiren lässt, kann als ein festes betrachtet werden.

c) Desgleichen jedes Gemisch, von dem sich darthun lässt, daſs es als Ganzes irgend eine neue Mischung eingeht (oder, was dasselbe sagen will: jedes Gemisch, welches gegen ein anderes Mischbares mit dem Vertretungswerthe eines Chemischgegenwirkenden chemisch thätig zu seyn vermag).

d) Endlich jedes Gemisch, welches entsteht, wenn durch die einwirkende Affinität einer im Ueberschuſs vorhandenen dritten Materie c, sie sey wägbar oder unwägbar, dem Ge-

mische a b eine bestimmte Menge von a oder von b entzogen wird. Beispiele für den letzteren Fall gewähren: Umwandelung des Schwefeleisens im Maximum in Schwefeleisen im Minimum, der Stibiumsäure in stibichte Säure durch Glühen; der Kohlensäure in Kohlenoxydgas durch Berührung glühenden Eisens etc. — Vergl. oben S. 258. Häufig gehen hinsichtlich des ersteren Falles a) bei einem zweiten Einungsverhältnifs physische Eigenschaften verlohren, welche bei dem ersten Verhältnifs noch vollkommen erkennbar zugegen waren; z. B. ist das Eisenoxydul magnetisch, das mit Sauerstoff gesättigte Eisenoxyd hingegen unmagnetisch; eben so Schwefeleisen im Minimum dem Magnete folgend, während Schwefeleisen im Maximum von demselben nicht mehr gezogen wird; I. S. 418, 424 u. 448. Am auffallendsten ist dieses bei den electrischen Eigenschaften der Fall, und man kann daher obigen Kennwerthen fester Gemische noch hinzufügen:

e) Jedes Mischungsverhältniss, in welchem für das neue Gemisch entweder gewisse physische Eigenschaften verlohren gehen, ohne durch ähnliche neue ersetzt zu werden, oder wo vorzüglich die electrischen Wirkungswerthe entweder zur Erschöpfung gelangen oder in die entgegengesetzten Gegenwirkungswerthe der Art übergehen, gehört einer neuen festen Mischuug an; z. B. Metallsuboxyde, Oxydule, Säuren und Hyperoxyde; s. oben S. 110 u. 203—204.

2) Vom Standpuncte der Chemie aus wird die Beurtheilung der chemischen Wirksamkeit der unentschiedenen Bildungstheile (oben S. 276) erleichtert, wenn man sich dieselben als nur in Folge des chemischen Gegensatzes d. i. als aus zweierlei einander gegenziehenden Chemischwirksamen, entweder zweierlei binären Gemischen oder einem binären als solches einen Grundstoff vertretenden Gemische und einem gegenwirkenden Grundstoff bestehend gedenkt; indefs unterscheiden sie sich in Wahrheit gerade dadurch von den anorganischen Verbindungen, dafs in ihnen die gewichtigen Gegenstoffe zu einer Einheit erhoben sind, welche sie zu selbstständigen Individuen macht. Die Vermittler dieser Erhebung scheinen vorzüglich Licht und Wärme zu seyn, die, wiewohl gebunden, mit der in ihnen durch die Bindung entwickelten

Anziehung, die Gegenziehungen der gewichtigen Stoffe nicht nur erschöpft, sondern sich dieselben untergeordnet haben, so dafs diese Stoffe durch die genannten Imponderabilien, oder vielmehr nur durch das Licht zu einer höheren Einheit, zu der des Lichtes, erhoben erscheinen, während sich in den Anorganismen Licht wie Wärme als Gegenziehende der Gegenwirkungsgewalt in Form von Gegenstoffen fügen. Das Veranlassende solcher Unterordnung der Gewichtigen bietet das Leben selber dar, und zwar zunächst durch seine Assimilationskräfte; s. Cap. VIII. Ausserdem wird auch häufig dem Wasser die Rolle des Vermittlers und Ausgleichers der Gegenziehungen der Grundstoffe, indem es die electrisch-chemischen Gegenwirkungen derselben in sich ausgleicht, und auch in diesem Sinne kann man sagen, dafs die gen. Bildungstheile nicht durch Gegenwirkungen von zweierlei Wirksamen, sondern durch Aufnahme des chemischen Gegensatzes in die höhere Einheit der dritten Materie entstanden, und daher dreifach zusammengesetzt seyn. Mehrere Chemiker gestatten ebenfalls die Annahme der Dreifachheit des Bestandes der Bildungstheile, indem sie dafür aber dreierlei nur chemisch wirkende Grundstoffe (z. B. Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff; Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff) oder zweierlei Grundstoffe und ein, den 3ten Grundstoff vertretendes Gemisch (z. B. Kohlenstoff, Stickstoff und Wasser) in Anspruch nehmen, müssen sie dem dritten Stoffe eine doppelte entgegengesetzte und dadurch die Gegenziehung der zwei schwächende chem. Anziehung zugestehen; wenn sie zwischen den anorganischen und organischen Verbindungen (oder zwischen der anorganischen und organischen Constitution) wesentliche Verschiedenheiten gelten lassen wollen. Das Schema des Innenbestandes einer organischen Verbindung im Gegensatze der organischen würde hiernach seyn:

Bildungstheil | Gemisch

+E . . . $\overset{\frown}{\underset{\smile}{-\,+}}$. . . —E +E —E.

wobei +E und —E als Zeichen des electrisch-chemischen Gegensatzes zu betrachten sind. Die leichte Wandelbarkeit, Gährungsfähigkeit und Zersetzbarkeit der Bildungstheile, fänden dann in der Doppeltwirkung des Dritten, durch $\overset{\frown}{\underset{\smile}{-\,+}}$ bezeichneten Wirksamen, ihre Erklärung.

3) Da bei jedem Mischen die Berührung der Ungleichartigen nothwendig Störung des electrischen Gleichgewichts bewirken mufs, und da die galvanischen Versuche zeigen, dafs sich alle Chemischwirksame dem Gegenzuge des einen oder des anderen E unterordnen, auch wirkliche Verflüchtigung einzelner Stoffe durch das eine oder andere E statt haben kann (s. m. Grundzüge S. 402) so dürfen wir folgern dafs a) das Ineinanderbewegen der sich Mischenden zunächst vermittelt wird, durch den Gegenzug der Electricitäten beider Berührungsflächen; b) dafs bis zur Einung der Mischbaren das E jeder einzelnen Gegenfläche durch ein entgegengesetztes E der Innensubstanz derselben Materie in Spannung gehalten ist. Aber nicht nur bis zur, sondern auch nach beendeter Mischung scheint bei den Gemischen eine ähnliche innere electrische Spannung (d. i. ein Entgegenwirken von +E und —E) übrig zu bleiben, durch deren Andauer die Wiederzersetzung möglich wird. Ist diese Spannung in den Grundstoffen und namentlich im Sauerstoffe und Wasserstoffe unwiderbringlich erloschen, und sind sie darum chemisch unzersetzbar? Meine Grundzüge S. 405 u. ff. u. m. Einleit. in d. n. Chem. 2. Abschn.

4) Für Gemischte würde dann eine weitere Zumischung aufhören müssen (oder eigentliche Sättigung gegeben seyn) wenn das innere Spannungsverhältnifs durch Zusatz keiner weiteren Vergrösserung fähig wäre, und dieser Fall würde eintreten, wenn der eine der Ge-

genstoffe so viel des ihm zukommenden (+ E oder — E, nach Maaſsgabe seiner electrischen Erregbarkeit) E in sich aufgenommen oder in sich entwickelt hätte, als seine Substanz, gemäſs ihrer Dichte, ihres Wärmegehalts etc., überhaupt zu fassen vermöchte. Mehr als diese Menge E an entgegengesetztem E heischte, würde er dann auch von der Masse seines Gegenstoffs nicht chemisch zu binden vermögen? Nehmen wir an, daſs sowohl im Sauerstoff, als im Wasserstoffe die innere electrische Spannung = o ist, so würden diese Stoffe eben darum eine zahllose Reihe von Verbindungsverhältnissen zu geben vermögen, oder, was dasselbe sagen will neben dem Wasser noch eine unendliche Reihe verändlicher Sauerstoff-Wasser oder Wasserstoff-Wasser Verbindungen darstellen können, weil dann bei jeder einzelnen Verbindung der innere + E — E Gegenwerth wieder = o würde, und mithin jede Sauerstoff-Wasserstoff-Verbindung wiederum wirkte als ein einfacher, keine innere Spannung, sondern eine seiner Anziehung proportionale Capacität für das eine oder andere E besitzender, und im gleichen Verhältniſs electrisch erregbarer Stoff? Vergl. S. 245—246.

5) Erwägen wir, daſs diejenigen Gewichtigen, welche mischend auf- und ineinander wirken, nicht nur chemisch, sondern auch in ihrer Dichte von einander abweichen, so werden sie auch diesen ihren ungleichen Dichten entsprechende ungleiche Ziehgewalten, Berührungspunkt gegen Berührungspunkt gedacht, einander entgegensetzen; indem der der dichteren Masse zugehörige Berührungspunkt offenbar mit einer grösseren Ziehgewalt versehen ist, als jener, welcher der dünneren Masse zukommt; und wirklich zeigt sich auch, daſs bei gleichen flüssigen z. B. gasigen Zuständen die stöchiometrischen Werthe der Chemischwirksamen sich verhalten wie die Dichten, während beide im umgekehr-

ten Verhältnifs der Cohärenzen der Materien stehen; vergl. m. Syst. d. Chem. S. 27. Je geringer daher die Cohärenz einer Materie ist, um so gröfser wird bei gleichem Raumsumfange ihre Mischungsgrösse (Mischungscapacität) seyn, oder mit um so grösserem Gewichte wird sie in andere mischbare Materien eingehen, und eine um so kleinere Gewichtsmenge ist daher von dieser anderen Materie erforderlich, wenn die erstere dadurch chemisch erschöpft werden soll.

6) es scheint, als ob einem Chemischwirksamen durch Electrisirbarkeit (Erregungsfähigkeit für Electricität) an Mischungskraft ersetzt werden kann, was ihm an Dichte oder Massenkraft in dieser Hinsicht abgeht. Die Electrisirbarkeit selbst aber dürfte bei den Mischungserscheinungen (wo auf beiden Seiten Fluidität vorausgesetzt wird) zunächst abhängig seyn, von der Menge gebundener Wärme und gebundenen Lichtes. —

Denken wir uns, dafs ähnliche Kräfte als jene sind, welche die Gegenstoffe chemisch vereinigen machen, sich erneuend, nach der Mischung auf und in das Gemisch zu wirken fortfahren, so wird dem Gemische dadurch ein höhere Verbindungs-Innigkeit zu Theil werden müssen, als es ohne diese Erneuerung erlangt hätte. Kräfte der Art, welche Mischung bedingend und fördernd selbst dann wirken können, wenn sie von Aussen her zu den Mischungstheilen gelangen, bieten die Electricitäten dar. Es fragt sich daher a) ob nicht im Schliessungskreise der galvanischen Kette oder Säule, die vollkommenen Leitern zukommenden Mischungstheile nicht zu einer Innigkeit der Mischung kommen könnten, welche sie auf gewöhnlichem chemischen Wege nicht wieder zersetzen liefs (so dafs sie dann mit dem Werthe von Grudstoffen erschienen) und b) ob bei der angeblichen Erzeugung von einzelnen Grundstoffen in lebenden Organismen (Calcium, Silicium, Eisen, Mangan, Kupfer, Phosphor, Schwefel etc. etc.) nicht Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff durch ununterbrochen erneuerten galvanischen Gegenzug, zu jenen Grundstoffen verbunden werden? Ferner ob nicht schon bei Erzeugung der

Bildungstheile, in der dieselbe bedingenden Einverleibungs-Anziehung (Assimilation) die Natur zur vollendesten Individualität gesteigerte Gemische (Grundstoffe) auf dem bemerkten Wege zu erzeugen sich anschickt? Grundstoffe und Bildungstheile würden dann bezeichnen Ende und Anfang im Mischen und Mischungsbilden, und alle Grundstoffe (Kohlenstoff und Stickstoff nicht ausgenommen) ausser dem Sauerstoff und Wasserstoff, würden dann zu betrachten seyn, als gemeinschaftliche Erzeugnisse des Frühlebens jener einfachsten Organismen, welche jedes Atom der Erde bewohnten und belebten, zur Zeit als der Leib der Erde nur Wasser war, während die jetzigen lebendigen Geschlechter den Staub bewohnen, der ehemals durch galvanisch-organische Ziehkräfte von der Wasser- zur Metallnatur gebracht, nun mehr oder weniger dem Sauerstoffe unterliegend und mit demselben vereint, zur Felsmasse verbunden die feste Erdrinde darstellt? Meine Einleit. in d. n. Chemie S. 318, 323—324, 350 ff. — 454. Desgl. m. Syst. d. Chem. S. 43 u. S. 81. Bem. 5. ebendas.

7) Bernhardi's Untersuchungen zufolge zerfallen alle Grundstoffe hinsichtlich ihrer (auf die festen Gemische und deren Entstehen ohne Zweifel von nicht unbeträchtlichem Einflusse seyenden) primären oder Grundgestalten in zwei grosse Klassen: regelmässige und unregelmässige; zur ersteren gehört der Würfel nebst denen Formen, welche durch ein vollständiges Verhältniſs der Abnahme aus demselben abgeleitet werden können; sie besteht demnach aus dem Würfel (achteckige Hexaëder), dem Oktaëder (sechseckige Oktaëder), dem Dodecaëder (gleichseitiges vierzehneckiges Granat-Dodekaëder) und dem Ikositetraëder (26eckige Augit-Ikositetraëder, deren Flächen gleiche Trapezia bilden); zur letzteren das Rhomboëder (achteckige Hexaëder) und das irreguläre Oktaëder, welches wiederum zerfällt in das Quadratoktaëder, Rectangularoktaëder, Rhombenoktaëder, einfache Rhomboidaloktaëder und dreifache Rhomboidaloktaëder; m. Syst. d.

Chem. S. 75 u. ff. Stoffe von regelmässiger Grundform behaupten, BERNHARDI zufolge, diese Gestalt in ihren Verbindungen jederzeit, Stoffe von unregelmässiger Grundform bilden hingegen durch ihre Vereinigung entweder regelmässige oder unregelmässige Krystalle. Ein Stoff, welcher mit einem andern eine Verbindung eingeht, wird nur dann erst in seiner Grundform verändert, wenn die vereinten Stoffe in dem gehörigen Mengenverhältnifs stehen; so bleiben z. B. die Metalle als Oxydule in den Grenzen der ihnen zukommenden regelmässigen Form, während sie dieselbe in den Oxyden mehr oder weniger, und bei erlangter Sauerstoffsättigung gänzlich aufgeben. Theils auf dem Wege der wirklichen Ausmessung der Krystalle, theils auf dem freilich manchem Zweifel unterliegendem der Vermuthung und Folgerung aus theilweisen Aehnlichkeiten oder Aanlogien, entwarf B. für nachstehende Grundstoffe folgende Abtheilungen:

1) Grundstoffe von regelmässiger Grundform

A	B	C
Chlorin	(Tantaline)	Tantal
Fluorin	Silicium	Tellur
Jodine	Aluminium	Arsenik
Kohlenstoff	Zirkonium	Stibium
	Thorinium	Chrom
	Glycinium	Molybdan
	Yttrium	Scheel
	*	*
	Magnium	Zinn
	Calcium	Zink
	Strontium	(Cadmium)
	Baryum	etc.
	Sodium	
	(Lithium)	
	Kalium	

2) Grundstoffe von unregelmässiger Grundform

Sauerstoff	Boron
Stickstoff	Schwefel
Wasserstoff	Phosphor
	(Selen).

8) Die regelmässig geformten Grundstoffe nennt B. Metalle; die unregelmässigen Urspathe, und die Verbindungen der ersteren mit den letzteren Metallspathe (Erze). Jeder Metallspath kann nur in drei verschiedenen Grundformen erscheinen, nemlich entweder in einer neuen, oder in der Grundform eines der Stoffe, die sich in ihm mit einander verbunden befinden. Nur dort wo Metall und Urspath einander das Gleichgewicht halten (z. B. in den Oxyden) ist die neue, und nur dort, wo der Urspath im Maximo zugegen, der Uebergang in die Grundform des Urspaths für das Metall möglich. Urspathe unter sich verbunden erzeugen keine neuen Grundformen, wohl aber bildet die Natur in den organischen Individuen aus dem Verein von 2 bis 3 Urspathen und 1 Metall (Kohlenstoff) dergleichen, und zwar, wie es scheint, so vielerlei, als verschiedene quantitative Verhältnisse bemerkt werden; so dafs es den Anschein gewinnt, als habe die Natur in der Darstellung der Bildungstheile einen Weg betreten, der bis zum Ziele verfolgt dort anlangen lassen würde, wo in Absicht auf Gestaltung, die einzelnen Grundstoffe bereits verweilen; s. oben S. 299. Merkwürdig ist es nun, dafs jene Stoffe welche mit anderen mehr als ein festes Verhältnifs eingehen, gemeinhin auch nur drei Hauptabstufungen darbieten; z. B. Oxydule, Oxyd und Hyperoxyd oder Säuren; basisches, neutrales und saures Salz etc., so dafs es den Anschein gewinnt, als ob in dem mittleren Verhältnifs ein Spannungszustand gegeben sey, der das

Gemisch fähig macht, noch einmal mit dem ursprünglichen (halben oder ganzen) Ziehwerth, entweder nur seiner Grundlage gegen neue den vorigen entsprechende Mengen seines Verbrenners oder seiner Säure, gegen neue den schon besitzenden entsprechenden Mengen seiner Grundlage wirksam zu seyn. Man kann dieser Ansicht nicht entgegensetzten, dafs z. B. Oxydule eher entstehen als Oxyde; denn dafs diesem also sey ist nicht zu beweisen, da man eben so gut annehmen kann, dafs zuerst das Oxyd sich bilde, welches dann einer Seits bei Mangel an anziehbarem Sauerstoff, anderer Seits bei Anwesenheit und inniger Berührung noch unverbrandten Metalls, gegen das letztere seine Ziehbestimmung richte und dieser gemäfs sich mit demselben vereine.

9) Die erste Veranlassung zur Stöchiometrie gab Wenzel, indem er eines Theils die damals sehr auffallende Erscheinung: dafs zwey neutrale Salze, wenn sie einander gegenseitig zersetzen, ihre Neutralität dennoch beibehalten durch eine grosse Zahl sehr genauer Versuche bestätigte (dessen Lehre von der Verwandtschaft der Körper. Dresden 1777. 8. Mit Anm. von Grinndel. Dresden 1800. 8.) theils zu beweisen suchte, dafs der Grund jener Erscheinung in der Beständigkeit der relativen Verhältnisse zwischen gewissen Mengen von Alkalien und Erden, welche eine gegebene Menge von ein und derselben Säure sättigen, zu suchen sey, indem diese Verhältnisse stets und für alle übrigen Säuren dieselben bleiben. Bergmann, Kirwan, Guiton u. a. kamen für die Oxydationserscheinungen und Salzbildungen zu ähnlichen Ergebnissen, jedoch ohne ein grosses Gewicht darauf zu legen; Richter hingegen suchte auf ähnliche zahlreiche Versuche gestützt, bereits in seinen 1792 bis 1794 zu Breslau erschienenen Anfangsgründen der Stöchiometrie (III. Th. 8.) der Chemie eine rein mathe-

matische Gestalt zu geben. Seine Hauptarbeiten betrafen die chemischen Proportionen oder die Verhältnifsmengen in denen die Materien sich zu festen Gemischen vereinigen; seine Zeitschrift: Ueber die neueren Gegenstände der Chemie. 1—11 Stück. Berlin 1791—1802. 8. enthalten eine Menge hieher gehöriger Erfahrungen. Indefs fanden Richter's Lehren wenig Theilnahme, und da späterhin Berthollet (in seiner trefflichen Statique chimique) die festen Proportionen, als nur durch das Mischungsvermögen bedingt, verwarf, und gegen Proust, der sie durch neue Untersuchungen zu beweisen sich bemühte, mit Achtung heischendem Scharfsinne zu vertheidigen wufste, da schien es, als sollten Richter's Arbeiten der Vergessenheit übergeben werden, ohngeachtet Proust's Schlufssätze in der Folge durch mehrere neue Erfahrungen nur bestätigt wurden. Schon vor dem erwähnten Streite (1789) hatte bereits Higgin's (ein Irländischer Chemiker) in seiner A comparative view of the phlogiste et antiphlogiste Theories, 1789. 8. eine neue Ansicht über die verschiedenen Vereinigungsstufen aufgestellt, welche zwei Materien (z. B. Stickstoff und Schwefel) auf ungleichen Oxydationsstufen mit einander eingehen können. Er nahm nemlich an, dafs die Grundstoffe aus Atomen zusammengesetzt seyen, und dafs jedes zu einem Oxyde (d. s. zu einem, aus 1 Atom Radikal oder brennbare Grundlage und 1 Atom Sauerstoff bestehendem Gemische) neu hinzutretende Atom Sauerstoff einen neuen Oxydationsgrad hervorgehen mache. H. versuchte indefs die Richtigkeit seiner Hypothese durch keinen einzigen analytischen Versuch zu bestätigen, und übergab sie somit selbst der Vergessenheit. Funfzehn Jahre darauf trat Dalton mit derselben Idee aufs Neue auf, jedoch unterstützt durch die Ergebnisse guter Zersetzungsversuche und sie über den grösseren Theil der chemischen

Mischungserscheinungen verbreitend. 1807 machte er darauf in NICHOLSON's Journ. eine kleine Tab. über das absolute Gewicht mehrerer Materien, oder vielmehr über die relativen Mengen, in welchen die Grundstoffe sich vorzugsweise mischen, bekannt, und im darauf folgenden Jahre führte er die dieser Tabelle zum Grunde liegende Ansicht, sammt Angabe des Gewichts der sog. Atome, in seinem New System of chemical Philosophy I. II. Tom. 1808 u. 1810. 8. weiter aus. Dieser Hypothese zufolge bestehen die Grundstoffe aus Atomen, deren jeder einzelne sich mit 1, 2, 3 und mehreren ganzen Atomen eines anderen Grundstoffs zu verbinden vermag, ohne dafs Theilungen einzelner Atome oder Bruchtheile (und mithin, ohne dafs Zwischengrade der Verbindungen nach ganzen Zahlen) vorkommen. Eben so kann auch 1 Atom eines Gemisches sich mit 1, 2, 3 etc. und mehreren ganzen Atomen eines anderen Gemisches vereinen, und so Zusammensetzungen höherer Ordnung gewähren. Hiemit fand er nun, was seine Vorgänger übersehen hatten, nämlich dafs dort wo mehr als eine feste Verbindung zwischen zwei Gegenwirkenden statt hat, diese mehrfachen Verbindungen Wiederholungen der ersten Verbindungszahl des einen oder des anderen Wirksamen oder sogen. Multipla seyn. DALTON und WOLLASTON verfolgten in England, GAY-LUSSAC in Frankreich und vorzüglich BERZELIUS in Schweden diesen neuen Forschungszweig auf dem Wege zahlreicher genauer analytischer und synthetischer Versuche, und in Deutschland suchten GILBERT, SCHWEIGGER, DÖBEREINER, der Herausgeber dieses Grundr., MEINECKE, BISCHOFF, WUCHERER u. m. A. der Lehre von dem Gesetzmässigen der chemischen Verbindungen Bahn zu machen; vergl. m. Einleit. in die neuere Chemie. Halle 1814. 4ter Abschnitt; und J. L. G. MEINECKE die chemische Mefskunst. Halle u. Leipzig 1815.

8. 2ter Theil Ebend. 1817. 8. DÖBEREINER's Grundr. d. allg. Chemie. 1ste u. 2te Aufl. Jena 1816 u. 1819. 8. Dessen Darstellung der Verhältnifszahlen der irdischen Elemente zu chemischen Verbindungen. Jena 1816; und dessen Beiträge zur Stöchiometrie. Jena 1817. C. G. BISCHOF, Lehrb. der Stöchiometrie etc. Erlangen 1819. 8. J. L. FALKNER, über die Verhältnisse und die Gesetze wonach die Elemente der Körper gemischt sind. Basel 1819. 8. G. F. WUCHERER, Leitfaden zum Gebrauch bei Vorlesungen über die Stöchiometrie der unorganischen Körper. Carlsruhe 1820. 8. Dr. J. J. BERZELIUS, Vers. über die Theorie der chem. Proportionen und über die chemischen Wirkungen der Electricität nebst Tabellen über die Atomengewichte der meisten unorganischen Stoffe und deren Zusammensetzungen. Nach d. schwed. u. französ. Originalausgaben bearbeitet von K. A BLÖDE. Dresden 1820. 8.

10) BERZELIUS, der sich seit 1807 hauptsächlich mit hieher gehörigen Untersuchungen beschäftigte, giebt von dem Fortgange seiner eigenen Arbeiten dieser Art, in seinem angeführten Wercke S. 17 folgende Nachricht:

„Als ich vor der Bearbeitung der ersten Auflage meines Lehrbuchs der Chemie unter andern wenig gelesenen Werken auch RICHTER's Schrift: Ueber die neueren Gegenstände der Chemie, selbst durchstudirte, erstaunte ich über das Licht, was seine damals noch unbenutzten Berechnungen über die Zusammensetzung der Salze und die wechselseitige Fällung der Metalle, so wie über die ganze analytische Chemie verbreiten. Es geht aus RICHTER's Untersuchungen hervor, dafs eine gute Analyse einiger Salze die Mittel an die Hand giebt, die Zusammensetzung aller anderen Salze darnach zu berechnen. Ich gab in meinem Lehrbuche (1 Th. 1ste Aufl. 1807. S. 398) eine Uebersicht davon, nahm mir aber zugleich vor, eine Reihe von Salzen so zu analysiren, dafs eine Untersuchung der übrigen Salze, die von Einer Säure (z. B. Schwefelsäure) mit allen Basen, und dann alle diejenigen Salze, die von Einer Basis (z. B. Baryt) mit allen Säuren gebildet werden können,

einer genauen Analyse unterwürfe, daraus sodann die Zusammensetzung aller derjenigen Salze durch die Regel de Tri müsse berechnet werden können, welche durch doppelte Zersetzung, unter Beibehaltung ihrer Neutralität, gebildet werden. Während der Ausführung meines Vorsatzes entdeckte Davy die Zersetzung der Alkalien; ich fand, so wie andere Chemiker, dafs das Ammoniak sich zu einem Metalle reduciren lasse, und folgerte daraus, dafs dieses Alkali ebenfalls als ein Oxyd betrachtet werden müsse, dessen Sauerstoffgehalt, wenn er sich auch nicht durch unmittelbare Versuche nachweisen liesse, dennoch nach Analogie der Phänomene bei der Fällung der Metalle sich berechnen lassen dürfte. Ich verwebte daher auch die Untersuchungen dieses Gegenstandes in meinen Arbeitsplan, und als endlich Dalton's Ideen über die vielfachen Proportionen und Wollaston's bestätigende Versuche zu meiner Kenntnifs kamen, und ich nun unter den bereits vorräthigen Resultaten meiner Analysen mehrere fand, wodurch diese Ansichten auf eine ausgezeichnete Weise bestätigt wurden; so konnte ich nicht Umgang nehmen, meine Arbeiten auch auf diese Entdeckungen mit auszudehnen, und so entstand unvermerkt, aus einem Versuche über einen kleinen Theil der chemischen Proportionen, eine Untersuchung dieser Verhältnisse in ihrem ganzen Umfange, woran ich anfangs durchaus nicht gedacht hatte. Meine Versuche gaben anfänglich Resultate, die meinen Erwartungen durchaus nicht entsprachen; doch lernte ich durch häufige Wiederholung der Versuche nach verschiedenen Methoden die begangenen Fehler nach und nach kennen und vermeiden; und gelangte endlich zu der Ueberzeugung, dafs zwischen den Resultaten der Analyse und den theoretischen Berechnungen eine grosse Uebereinstimmung statt finde. Aus der Vergleichung dieser Resultate entwickelten sich neue Ansichten, deren Bestätigung oder Widerlegung neue Untersuchungen erheischte, so dafs die Arbeit an Umfang und vielleicht auch an Wichtigkeit fortdauernd zunahm." Hierauf läfst B seine theoretische Ansicht der Proportionen und ihrer Ursachen folgen, aus der wir folgende Hauptmomente zusammenstellen:

a) Wir nehmen als wahrscheinlich an, dafs die mechanische Theilbarkeit der Materie eben so gut eine Grenze habe, als ihre chemische Theilbarkeit sich nur auf gewisse Grenzen ausdehnen läfst. Es sind diese letzten Theilchen der mechanischen Sonderung, oder die A t o m e (oder P a r t i k e l n,

Molecüle, chemische Aequivalente etc.) weiter durch keine mechanische Gewalt trennbar, und ihr Zusammenhalt beruht mithin auf einer eigenthümlichen Kraft, die stärker ist, als alle der mechanischen Theilung zu Gebote stehenden Kräfte. (Eine solche Kraft wäre eine unendlich grosse; ist die aber als in einem endlichen Wesen denkbar anzunehmen?) Wegen Kleinheit sind die einzelnen Atome unmefsbar und unwägbar und mithin auch ihrer Gestalt nach unbestimmbar. Wahrscheinlich sind sie aber kugelförmig. Die Atome der zusammengesetzten Körper (Gemische) sind hingegen wahrscheinlich regelmässig gestaltet, und zwar so, dafs ihre Gestalt von der Zahl der einzelnen Atome abhängt. (Diese zusammengesetzten d. i. zusammenhängenden Atome müssten denn doch durch mechanische Gewalt trennbar seyn.)

b) Die Atome der Grundstoffe können von verschiedener Grösse seyn; indefs läfst sich auch bei allen Uebereinstimmung in der Grösse denken. Gegen die letztere Möglichkeit streiten indefs, wie B. selbst bemerkt, Newton's Pendelversuche (I. S. 200, 144 u. 180), indem diese beweisen, dafs gleiche Mengen Materie gleiche Schwere äussern, und die Nichtporosität der Materie. — Nimmt man keine Poren an, und giebt man auch nicht zu, dafs Materien durchgängig zur gemeinschaftlichen Raumerfüllung kommen können, kraft ihrer Repulsion, wie dieses z. B. bei ungemischten Gasen der Fall ist (S. 183), so gestehe ich in der That nicht einzusehen, wie man z. B die Durchsichtigkeit der Luft nach allen Richtungen bei Annahme von Atomen erklären will, da bekanntlich das Durchleuchten weder ausdehnt, noch irgend eine Verschiebung hervorbringt.

c) Die zusammengesetzten Atome hingegen müssen der Grösse nach verschieden seyn, weil es in die Augen fällt, dafs die Atome von A + 2 B grösser, als von A + B seyn müssen; Dalton's Meinung über diesen Punkt s. m. Einl. in d. n. Chem. S. 186 und besonders S. 191 u. ff.

d) Die atomistische Vorstellung schliefst jede Idee von eine gegenseitigen Durchdringen der Materien gänzlich aus. J Vereinigung oder Mischung ist Nebeneinanderlagerung. (x-taposition) die auf einer eigenthümlichen Kraft b nt, welche zwischen ungleichartigen Atomen die chem che Vereinigung, zwischen gleichartigen aber den cha-nischen Zusammenhang hervorbringt. (W zwei so

ungleiche Wirkungen, wie chemische Vereinigung und mechanischer Zusammenhang — von denen der letztere bei einem und demselben Gemisch in verschiedenen Graden gegeben seyn kann — von ein nnd derselben Ursache herrühren können, ist schwer einzusehen,)

e) Die Vereinigung der einfachen Atome mit einfachen Atomen giebt das zusammengetetzte Atom oder die Atome der ersten Ordnung (vergl. m. Einl. in d. n. Chem. a. a. O.) die entweder anorganischen Werthes sind, und dann nur aus zwei Atomen bestehen, oder organischen Ursprungs, und dann wenigstens drei Atome zu Elementen haben. Die zusammengesetzten Atome der zweiten Ordnung entspringen aus der Vereinigung der Atome der ersten Ordnung, und die der dritten Ordnung aus jener der zweiten. Die Vereinigungskraft (Verwandtschaft) zwischen den zusammengesetzten Atomen nimmt in demselben Verhältnifs ab, als die Zahl der Ordnungen zunimmt, und der Verwandtschaftsgrad der bei den Atomen der dritten Ordnung noch statt findet, ist in den meisten Fällen schon zu unbedeutend, als dafs wir ihn bei den eilfertigen und so vielen Störungen unterworfenen Arbeiten in unseren Laboratorien noch als wirksam beobachten könnten. Gewöhnlich lernen wir ihn erst dort kennen, wo Zeit und Ruhe in hinreichendem Maasse gegeben waren, um ihn gänzlich zu vollenden; d. i. bei den Mineralien. Für die nähere Kenntnifs der Natur dieser Erzeugnisse würde es daher allerdings wichtig seyn, zu wissen, wie weit die Vereinigung zusammengesetzter Atome gehen könne, und welches die letzte Ordnung dieser Zusammensetzung sey. Auch weifs man noch nicht, wie viele Glieder organischer Atome erster Ordnung sich untereinander und mit unorganischen zu mehrfach zusammengesetzten Atomen zu vereinigen vermögen.

f) Die meisten anorganischen Gemische bestehen aus der Verbindung von Einem Atom des einen Grundstoffes mit einem Atom des andern, so dafs in den meisten Fällen das eine Element die Einheit darstellt; nach diesen kommt am häufigsten jene Proportion vor, in welcher Zwei Atome eines Elements mit Drei Atomen eines andern verbunden sind, und endlich finden sich unter den (durch sehr schwache, aber langsam und ungestört wirkende Verwandschaften gebildeten) Körpern des Mine-

ralreichs zuweilen zusammengesetzte Atome der 3ten und 4ten Ordnung, in welchen 3 Atome des einen, mit 4 Atomen des anderen Körpers vereint sind. — Vorzüglich gilt Vorstehendes von den einfachen Atomen.

g) In noch engere Grenzen beschränkt erscheinen hingegen die Verbindungen der zusammengesetzten Atome. Wenn z. B. zwei geschwefelte Metalle sich vereinen, so ist der Schwefel des einen Metalls ein Multiplum in ganzen Zahlen von der Schwefelmenge des anderen Metalls (so der Sauerstoff des einen Oxyds ein ganzzahliges Multiplum der Sauerstoffmenge des anderen, mit dem ersteren verbundenen Oxyds etc.); so daſs zwei zusammengesetzte Körper, welche einen gemeinschaftlichen electronegativen Bestandtheil haben, sich stets in solchem Verhältniſs miteinander vereinigen, daſs der electronegative Bestandtheil bei dem Einen ein ganzzahliges Vielfaches (Multiplum nach einer ganzen Zahl) von dem electronegativen Bestandtheil des anderen Körpers darstellt. Ausnahmen von diesem Gesetz machen die Phosphorsäure, Arseniksäure und Salpetersäure; d, s. drei Säuren, die darin übereinstimmen, daſs ihre Radikale zwei Säuren bilden. in welchen der Sauerstoff der unvollkommenen Säure zu dem der vollkommenen sich verhält, wie 3:5. Indeſs schwindet auch diese Anomalie, wenn man annimmt, daſs das Radical dieser Säure $1/5$ jener Sauerstoffmenge enthalte, welche zur Erzeugung der vollkommenen Säure erforderlich ist; eine Annahme, welche aber zur Zeit von der Erfahrung keineswegs gerechtfertigt ist.

h) Minder bekannt sind die Proportionen, in welchen sich zusammengesetzte Atome der zweiten und dritten Ordnung verbinden. Folgende Gesetze scheinen bei diesen nicht sehr zahlreichen Verbindungen zu gelten: α) Wenn bei der Verbindung zweier Atome zweiter Ordnung der electronegative Bestandtheil in beiden Atomen einerlei ist (z. B. bei der Vereinigung von zwei Salzen mit gleichen Säuren, aber ungleichartigen Basen) so ist die Mengo des electronegativen Bestandtheils der Grundlage des einen zusammengesetzten Atoms (z. B. des Sauerstoff's der einen Salzbase) ein ganzzahliges Multiplum der

Menge des electronegativen Bestandtheils der andern Grundlage (z. B. des Sauerstoffs der anderen Salzbase) und mithin auch die Säure des einen Salzes ein Multiplum in einer ganzen Zahl von der Säure des anderen. Im Alaun und im Feldspath enthält z. B. die Thonerde 3mal so viel Sauerstoff als das Kali, und eben so ist mit der Thonerde 3mal soviel Schwefel- und Silicium-Säure, als mit dem Kali verbunden. Im weinsauren Kali-Natron oder sog. Seignetesalz enthalten beide Alkalien gleiche Mengen Sauerstoff und mithin gleiche Mengen Säure. β) Haben (Salz-) Verbindungen zusammengesetzter Atome der zweiten Ordnung einerlei Salzbase und zweierlei Säuren, so ist entweder die Sauerstoffmenge des mit der einen der Säuren verbundenen Basen-Antheils ein ganzzahliges Multiplum von der Sauerstoffmenge des mit der anderen Säure vereinten Basetheils, oder es ist auch die gesammte Sauerstoffmenge des einen der verbundenen (gleichbasigen) Salze ein Multiplum ganzer Zahlen von der Summe der Sauerstoffmengen des anderen Salzes. Für den ersten Fall gewährt der Datholith (d. i. eine natürl. Verbindung des boraxsauren und des siliciumsauren Kalk's und die kohlensaure Bittererde der Pharmazeuten (in der die Säure dreimal so viel Basis aufnimmt, als das die 2te Säure vertretende Wasser) ein Beyspiel. Für den anderen Fall dient der Topas (d. i. eine Verbindung der flufssauren Thonerde mit derselben siliciumsauren Erde) indem hier die Sauerstoffmenge der Thonerde und der Flufsäure zusammengenommen halb so grofs ist, als die Sauerstoffmenge der Siliciumsäure und des dieser Säure zugehörigen Thonerden-Antheils. (Berzelius betrachtet die Flufssäure und die Salzsäure als Sauerstoffsäuren mit noch zur Zeit nicht für sich dargestellten brennbaren Grnndlagen.) In allen bis jetzt bekannten sauerstoffhaltigen Verbindungen zusammengesetzter Atome der zweiten und dritten Ordnung' ist der Sauerstoff des einen Oxyds (d. i. in dem einen zusammengesetzten Atom der ersten Ordnung) ein Submultiplum in einer ganzen Zahl, von dem Sauerstoffe eines jeden der übrigen Oxyde; d. h., wenn man mit der Sauerstoffmenge des einen Oxyds in die jedes der übrigen dividirt, so geht sie darin rein auf.

i) Bei organischen Verbindungen enthalten die zusammengesetzten Atome der ersten Ordnung wenigstens Drei Elemente (nemlich Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff) deren Atome sich in jeder beliebigen relativen Anzahl (in allen Proportionen) mit einander vereinen können, ohne dafs Eines derselben nothwendig die Rolle der Einheit zu übernehmen brauchte, was hingegen für die meisten anorg. Verbindungen geradezu Gesetz ist. Eine Ausnahme von der bemerkten Dreiheit der Zusammensetzung scheint nach v. Saussure's Unters. das Erdöl von Amiano (condensirtes und dadurch in seinen Wasserstoffgehalt gemindertes ölbildendes Gas?) und nach Houton-Labillardière's Analyse das Terpentinöl zu machen, indem beide Flüssigkeiten Sauerstoff enthalten sollen; indefs ist es wenigstens vom Terpentinöl bekannt, dafs es Wasser beigemischt enthält, denn bei der Destillation desselben mit Wasser aus dem Terpentin, wiegt das gewonnene Oel und und der harzige Rückstand (letzterer nach dem Trocknen und Schmelzen) zusammengenommen mehr, als der Terpentin gewogen hatte; es ist daher nicht unwahrscheinlich, dafs den erwähnten Chemikern kleine Antheile gebundenen Sauerstoffs entgangen sind. — Die organischen Atome der ersten Ordnung zerfallen in zwei Klassen, nemlich in solche, welche sich in ihren physischen und chemischen Eigenschaften durchaus gleich bleiben, hingegen durch die geringste Veränderung in der Zahl ihrer Atome ineinander übergehen oder doch wesentlich verändert werden (z. B. ist die Zitronensäure von der Bernsteinsäure durch ein einziges Atom Sauerstoff, und die Essigsäure von der Bernsteinsäure durch 2 Atom Kohle, und von der Gallussäure nur durch 2 Atome Wasserstoff verschieden; etc.) und solche, welche im Besitz von einer verhältnifsmässig grossen Anzahl von einfachen Atomen, durch Zusatz oder Wegnahme eines oder mehrerer Atome des einen Elements in ihrer Zusammensetzung nur sehr unbedeutend verändert werden. Dergleichen Abänderungen geben die Arten der Gattungen dieser Klasse (s. oben S. 276) Die zusammengesetzten Atome dieser zweiten Klasse, sind vermöge der grossen Zahl ihrer einfachen Atome schwerer und voluminöser, als die der ersten Klasse. Werden sie daher mit zusammengesetzten (verhältnifsmässig nur wenige einfa-

che Atome enthaltenden) anorganischen Atomen verbunden, so übersteigt auch in dieser Vereinigung die Anzahl der organischen Bestandtheile allemal die Menge der damit verbundenen anorganischen. Aus diesem Grunde nimmt auch die Sättigungscapacität der org. Körper in demselben Verhältnifs ab, in welchem die Grösse ihrer Atome zunimmt. So z. B. ist die Sättigungscapacität der Essigsäure = 15,614 hingegen die der Stärke höchstens = 2,78.

k) Verbinden sich organische Atome erster Ordnung mit zusammengesetzten unorganischen Atomen der ersten Ordnung, so erfolgen diese Vereinigungen nach denselben Gesetzen, welche bei den Verbindungen der anorganischen Atome erster Ordnung unter sich gültig sind; d. h. die Sauerstoffmenge der org. Atome ist ein Multiplum (seltener ein Submultiplum) in ganzer Zahl von der Menge des Sauerstoffs in den unorganischen Atomen.

l) Man hat angenommen, dafs das Wasser aus einem Atom Sauerstoff und einem Atom Wasserstoff zusammengesetzt sey; da es aber zwei Volumina des letzteren Gases auf ein Volum des ersteren enthält, so hat man daraus gefolgert, dafs beim Wasserstoff (und bei den Brennbaren überhaupt) ein Volumen nur halb so viel als ein Atom wiege, wogegen beim Sauerstoff 1 Vol. eben so schwer sey als 1 Atom. Allein da diese Annahme blos auf einer willkührliche Vorstellung beruht, deren Richtigkeit auf keine entscheidende Weise geprüft werden kann, so scheint es Berzeliu's weit einfacher und treffender, bei den Brennbaren eben so gut als beim Sauerstoff, das Gewicht des Volums dem des Atoms gleich zu setzen. B. nimmt daher an, das Wasser bestehe aus 1 Atom Sauerstoff- und 2 Atom Wasserstoffgas. Das Volumen der meisten Grundstoffe läfst sich nicht durch unmittelbare Messung, sondern meistentheils nur durch hypothetische Berechnungen bestimmen, und da diese leicht dem Irrthum unterliegen, steht die Volumtheorie schon aus diesem Grunde der Atomentheorie für den praktischen Gebrauch nach. Die Gase betrachtet B. als Atome, die wahrscheinlich durch Wärmewirkung einander abstossen. Sollen Volum- und Atomen- oder Corpusculartheorie gleichen Schritt halten, so mufs man annehmen (was die Phänomene der chem. Proportionen anzudeuten scheinen) dafs alle Gase chemisch ein-

facher Materien in einem gleichen Volumen, bei gleicher Temperatur und unter gleichem Drucke gemessen, auch eine gleiche Anzahl Atome enthalten. In den Gasen der zusammengesetzten Materien ist die Anzahl der einfachen Atome entweder eben so groſs oder grösser, als in den Gasen einfacher Materien; aber die Anzahl der zusammengesetzten Atome ist stets geringer als die der letzteren. Vermuthlich beruht hierauf die bei manchen Gasen, während ihrer Verbindung, statthabende Volumverminderung; indem durch den Zutritt der Atome eines anderen Elements, die Repulsivkraft eines oder aller übrigen Grundstoffe so vermindert wird, daſs nur noch ein Bruchtheil ihrer ursprünglishen Wirkung übrig bleibt. Vereinen sich zwei einfache gasförmige Materien, so beträgt die Anzahl ihrer zusammengesetzten Atome allemal nur die Hälfte von der Anzahl der darin aufgenommenen einfachen Atome; mithin stossen sich die zusammengesetzten Atome, wenn sie an Umfang zunehmen, auch gegenseitig weiter ab; was denn ihre Anzahl in einem gegebenen Raume nothwendig vermindern muſs. (B. wendet dieses zunächst auf das Salzsäure-Superoxydul d. i. Chlor, und auf das wasserfreie — nach B. aber in diesem Zustande nicht darstellbare — salzsaure Gas an, und sucht zu zeigen, daſs die Anzahl der zusammengesetzten Atome genau die Hälfte der Sauerstoff-Atome eines gleich grossen Volumen Sauerstoffgases betragen müsse. Bei dieser Gelegenheit bemerkt B. hinsichtlich des Chlor, daſs, falls man es als einen Grundstoff betrachte, es als Gas eine gleiche Anzahl von Atomen als das Sauerstoffgas enthalten müsse; dieses weiche aber von der Analogie mit anderen einfachen Gasen darin ab, daſs das erste Oxyd des Chlor (die Euchlorine; oben S. 244) $^4/_5$ mal so viele Atome, und das zweite Oxyd (die Chloroxydsäure; a. a. O.) $^2/_3$ mal Atome als das Chlor- oder Sauerstoffgas enthalten müssten. Beide Oxyde würden mithin mehr als die Hälfte von der Anzahl Atome der einfachen Gase enthalten, obgleich bei den übrigen zusammengesetzten Gasen diese Hälfte den ersten Grad der durch Vereinigung zweier Elemente hervorgebrachten Verminderung in der Zahl der Atome ausmacht.

m) Die Träger der chemischen Vereinigung bedingenden Kräfte, sind B. (wie uns) die Electricitäten; dort wo sie sich

während der Vereinigung der raumerfüllenden Substanzen neutralisiren (ins Gleichgewicht stellen) erzeugen sie die, die meisten Mischungsprocesse begleitenden Wärme- und (electr. Funken bildend) die, vorzüglich bei der Verbrennung wahrnehmbaren Licht- und Wärme- oder Feuerphänomene. Alle Einzelmaterien zerfallen in zwei Klassen; in electropositive und electronegative. Die der ersten Klasse angehörigen Grundstoffe und ihre Oxyde nehmen stets positive Electricität an, wenn sie mit den Grundstoffen der zweiten Klasse oder mit deren Oxyden in Berührung kommen, und die Oxyde der ersten Klasse verhalten sich zu den Oxyden der zweiten stets wie Salzbasen zu Säuren. Die Reihe der Brennbaren ist dieselbe, wie die ihrer Oxyde; wiewohl bei einigen Oxydationsstufen Abweichungen vorkommen. Der Sauerstoff ist der electronegativste Stoff, aber den Wasserstoff hält B. nicht für den electropositivsten, sondern ordnet demselben in dieser Hinsicht die Alkalimetalle über; weil im Kaliumwasserstoff der Wasserstoff als electronegative Substanz zugegen sey, und weil der galv. Zersetzung unterworfene Hydrate (z. B. die des Kalks und Baryts) auf gleiche Weise zersetzt, das Wasser am positiven Pol und das Alkali am negativen ansammeln machen, so daſs das Wasser in diesen Hydraten die Rolle der Säure übernimmt (oben S. 295). Es ist mithin die Positivität des Wasserstoffs in der Negativität des Sauerstoffs untergegangen, während beim Alkali der umgekehrte Fall statt findet. (Indeſs müsste das Hyperoxyd des Baryts statt des gewöhnlichen in dieser Hinsicht untersucht werden, und nur wenn dieses am — E Pol erschiene, würde sich die letztere Folgerung rechtfertigen lassen. Wahrscheinlich ist der Wasserstoff selbst ein Oxyd und seine Grundlage die eigentlich positivste Substanz; m. Einleit. in d. n. Chem. S. 418.) Läſst man, nach Berzelius, die Grundstoffe so aufeinander folgen, wie ihre electropositiven Eigenschaften zunehmen, so findet man in der Mitte dieser Reihe Körper, deren electrochemisches Verhalten so wenig ausgezeichnet ist, daſs man sie mit eben so vielem Rechte zu der einen, als zur andern electrischen Klasse rechnen kann. Jedoch mangeln ihnen keinesweges jene Eigenschaften, sondern sie werden vielmehr gegen alle vorhergehende Stoffe electropositiv, und gegen alle nachfolgende electronegativ.

Ordnung, in welcher die Grundstoffe ihrer eigenen und ihrer

Oxyde electrochemischen Eigenschaften, den von Berzelius gegebenen Bestimmungen gemäfs, einander folgen dürften:

— E

1) Sauerstoff,
2) Schwefel,
3) Stickstoff oder dessen Radical, das Nitricum (oben S. 135),
4) Radical der Salzsäure (oben S. 310),
5) Radical der Flufssäure (oben a. a. O.),
6) Radical der Jodsäure (weder dieses, noch das Jod selbst findet sich S. 83 in der Berzelius'schen Schrift mit aufgeführt),
7) Phosphor,
8) Selenium,
9) Arsenik,
10) Molybdän,
11) Chrom,
12) Wolfram (Scheel),
13) Boron,
14) Kohle,
15) Antimon (Stibium),
16) Tellur,
17) Tantal,
18) Titan,
19) Tantaline (? Von Berzelius nicht mit aufgeführt, da es erst vor Kurzem durch H. Pfaff entdeckt wurde; Schweigger's Journ. XXVIII. 79. ff. und XXIX. 1. ff.),
20) Silicium,
21) Osmium,
22) Wasserstoff.

23) Gold,
24) Iridium,
25) Rhodium,
26) Platin,
27) Palladium,
28) Merkur,
29) Silber,
30) Kupfer,
31) Nickel,
32) Kobalt,
33) Wismuth,
34) Zinn,
35) Zirkonium,
36) Bley,
37) Cerium (Demetrium),
38) Uranium,
39) Eisen,
40) Cadmium,
41) Zink,
42) Mangan.

43) Aluminium,
44) Yttrium,
45) Berillium,
46) ? Thorinium (ist bei B. nicht mit aufgeführt),
47) Magnesium (Magnium),
48) Calcium,
49) Strontium,
50) Barytium (Baryum),
51) Natrium (Sodium),
52) ? Lithium (findet sich bei B. nicht mit genannt),
53) Kalium.
+ E

n) Lavoisier's Erklärungsart der Verbrennung modificirt B. dem Obigen zufolge dahin: 1) Das Verbrennen, wenn man darunter die Vereinigung der Körper unter Feuererscheinung versteht, ist nicht blos der Vereinigung mit dem Sauerstoffe eigenthümlich, sondern unter günstigen Umständen bei gegenseitiger Vereinigung der meisten Körper möglich (dasselbe suchte ich in meinem Grundr, d. Chemie. Heidelberg 1807 und in der ersten Aufl. dies. Grundr. 1809 zu zeigen; zugleich verband ich damit die Nachweisung der Identität des electrischen und chemischen Gegensatzes, indem ich Grundstoffe und Gemische electrich-chemisch zu ordnen mich bestrebte); 2) Licht und Wärme, die sich dabei entwickeln, rühren weder von einer Aenderung in der Dichtheit der Körper, noch von einer Verminderung der eigenthümlichen Wärme des neu gebildeten Products her, da dieses Product oft eine gleich grosse wohl auch eine grössere specifische Wärme, als die vereinten Bestandtheile zusammen genommen besitzen; wie dieses unter anderen die Erzeugung der Kohlensäure und des Wassers (aus Sauerstoff- und Wasserstoffgas) bezeugen. Wenn man in einem dunklen Zimmer Sauerstoffgas in die Flamme einer Weingeistflamme bläſst, so werden die Gegenstände dadurch nicht erhellt, bringt man aber einen Platindrath in die Flamme, der stark genug ist um nicht zu schmelzen, so geräth dieser in wenigen Augenblicken in das intensivste Weiſsglühen und erleuchtet die Gegenstände rund umher; s. oben S. 262 u. ff.

o) Merkwürdig in Beziehung auf obige electrische Stoffreihe (m) ist es, dafs ein Theil der zusammengesetzten Körper eine dritte electrochemische Klasse, die bei den einfachen Stoffen mangelt, nemlich die der indifferenten (keine electrochemische Gegenwirkung äussernden und sich nicht mit andern Körpern vereinenden) Gemische darstellt; wiewohl diese Indifferenz keine absolute ist. Sie findet 1) dort statt, wo viele Stoffe sich so vereinigen, dafs sie einander vollkommen neutralisiren und die chemisch-ziehende Mitwirkung jedes neuen Stoffes ausschliessen (so z. B. ist krystallisirter Alaun mit keinem anderen Körper weiter vereinbar, wohl aber durch sehr viele zerlegbar), 2) ist sie im noch merkwürdigeren Grade bei jenen Substanzen gegeben, welche bei einer gewissen höheren Temperatur Feuer entwickeln, und durch diesen Verlust (der in meisten Fällen ohne Gewichtsänderung statt hat) oftmals unter Farbenänderung, aller Verwandtschaft auf nassem Wege beraubt werden, selbst gegen Materien, mit denen sie sich sonst leicht vereinten (so dafs es den Anschein hat, als wäre alles innere entgegengesetzte E, nemlich das der inneren Spannung — oben S. 296, durch die höhere Temperatur zum electrischen Funken verbunden und entwichen). Nur Glühen mit Materien von starker chemischer Anziehung (z. B. Alkalien oder starke Säuren) stellt die vorige electrisch-chemische Differenz wieder her. Es gehört hieher die Zirkonerde, das Chromoxyd etc. (Vergl. m. Beiträge zur Chemie. Heidelberg 1806. 8. I. Bd. S. 56 u. ff. wo eine Menge hieher gehöriger Fälle aufgeführt worden.) Gyps, welcher bei ein wenig über 100° Temp. gebrannt wird, verliert sein Wasser, nimmt es jedoch nach dem Erkalten wieder auf; erhitzt man ihn aber bis zum Rothglühen, so verliert er für immer das Vermögen, Wasser chemisch zu binden; es sey denn, dafs er erst wieder in Wasser gelöst und daraus krystallisirt worden ist.

p) Auf die Frage: wie jene Electricitäten an den Materien haften können, welche die chemische Reaction derselben zu Wege bringen? antwortet Berzelius: Wenn wir uns vorstellen, dafs bei electrischer Polarität der kleinsten Körpertheilchen die Electricität des einen Pols in einem gewissen Punkte entweder überwiegend, oder doch mehr concentrirt, als die Electricität des andern Pols ist (so wie z. B. auch der eine Pol eines Magnets stärker als

der andere seyn kann) und wenn wir ferner zugeben, dafs bei jedem Atom eine ähnliche specifische Unipolarität statt habe (kraft deren bei manchen der positive, bei anderen das negative Pol vorherrscht) wie dieses bei Erman's unipolaren Leitern der Fall ist (oben S. 13) so haben wir eine ziemlich deutliche Vorstellung davon, wie die Electricität den Körpern beiwohnen könne, und wodurch die electropositiven oder electronegativen chemischen Eigenschaften erzeugt werden. Ein electropositiver Stoff ist hiernach ein solcher, in welchem der positive Pol vorherrscht; ein electronegativer hingegen derjenige, bei welchem der negative Pol vorwaltet. Allein, fährt B fort, selbst diese specifische Unipolaritat erklärt noch nicht alle Erscheinungen vollständig. So. z. B. sehen wir zwey an sich electronegative Stoffe: Sauerstoff und Schwefel, sich mit grösserer Innigkeit vereinen, als z. B. Sauerstoff und Kupfer, ohngeachtet letzteres electropositiv ist. Es mufs daher der Grad der Verwandtschaft nicht lediglich von der gegebenen specifischen Unipolarität, sondern auch von der verschiedenen Intensität der Polarität abhängig seyn. Sie selbst aber, diese Intensität, ist von der Temperatur abhängig und dadurch mannichfacher Veränderung fähig. Man mufs daher specifische Polarität der Materien und Polarisations-Fähigkeit derselben wohl unterscheiden; denn viele Materien, deren Polarität bei niederer Temperatur sehr geringe ist, wird bei höherer z. B. bei Rothgluth aufs höchste gesteigert, und umgekehrt nähern sich andere nur in niederer Temperatur dem Maximum der Polarisation, nnd andere wiederum verliehren sie bei höheren Wärmegraden ganz, wie z. B das Gold. Daher oxydirt sich Phosphor schon bei niedrigsten Temperaturen, während Schwefel und Kohle unverändert bleiben; und daher sehen wir bei den meisten Körpern die Verwandschaften erst bei höheren Temperaturen wirksam werden. —

q) Da übrigens jedes polarisirte Atom einen, der Intensität seiner Polarisirung angemessenen Wirkungskreis haben mufs, so folgt, dafs eine Vereinigung nur innerhalb dieses Wirkungskreises statt finden könne, und dafs in dem Falle, wenn die Atome in einen zu weiten Abstand von einander gerathen, ihre gegenseitige Einwirkung in gleichem Verhältnisse sich vermindern müsse. Daher vereinen sich flüssige Materien leicht und fast unter allen Verhältnissen; vergl. damit m. Einl. in d. n. Chem. S. 253. ff. und oben S. 213.

r) Die electrochemischen Eigenschaften der oxydirten Körper sind fast stets abhängig von der Unipolarität ihrer electropositiven Elemente; ein Oxyd verhält sich in der Regel electronegativ gegen anderen Oxyde, wenn sein Radical zu den Radikalen jener anderen Oxyde sich electronegativ verhält; hingegen electropositiv, wenn das entgegengesetzte Verhalten zwischen den Radicalen statt findet. Z. B. ist Schwefelsäure electronegativ gegen alle Metalloxyde, weil es der Schwefel gegen alle Metalle ist; umgekehrt ist Kalium- und Zinkoxyd positiv gegen alle Oxyde, deren Radicalen gegen Kalium oder gegen Zink — E bekommen.

s) In den Hyperoxyden (z. B. im Baryumhyperoxyd) ist zwar die electropositive Reaction des Oxydes durch den Sauerstoff erschöpft, aber keinesweges ein electronegatives Verhalten begründet, sondern vielmehr electrische Indifferenz erzeugt worden (aber die Hyperoxyde begeben sich doch zum + E Pol! s. oben S. 110). Der Sauerstoff erzeugt also nicht das Sauerseyn der Säuren, sondern es hängt dieses lediglich vom Radicale der oxydirten Substanz ab (vergl. m. Beiträge II. S. 121).

t) Jede chemische Wirkung und mithin auch die der Wahlverwandtschaft beruht auf der electrischen Polarität der kleinsten Theilchen, die bei den verschiedenen Chemischwirksamen in verschiedenem Grade entwickelt ist, und so die Abstufungen in der Verwandtschaft hervorgehen macht. Wird A B durch C so zersetzt, daſs B ausgeschieden erscheint, so geschieht dieses in Folge der stärkeren Intensität der electr. Polarität des C, welche grösser ist, als die des B. A und C neutralisiren sich daher vollkommener, als A B neutralisirt waren, und dieses hat oft Wärmeerhöhung bis zum Erscheinen des Feuers (electr. Funkens) zur Folge. Wo A B mit C D in Wechselzerlegung tritt, gehen innigere Neutralisationen zwischen A D und B C oder A C und B D vor, als in A B und in C D gegeben waren etc.; vergl. m. Syst. d. Chem. S. 33 u. ff. Die Phänome der explodirenden Metalloxyde sind ebenfalls davon abzuleiten, daſs diese Gemische wenigstens zwei Stoffe enthalten, welche eine sehr groſse Capacität für electrische Polarität besitzen; s. oben S. 222 u. 263 f.

u) In allen anorganischen Gemischen behalten die Grundstoffe

ihre eigenthümliche electrische Natur ohne Ausnahme bei; in der organischen Natur hingegen, in welcher z. B. Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff etc. die Hauptbestandtheile ausmachen, sind sie in dieser Hinsicht kaum wieder zu erkennen. Denn hier haben die dreifachen Oxyde der der Kohle und des Wasserstoffs bald eine electronegative Polarität, welche mit der Polarisation der stärksten electronegativen binären Oxyde (z. B. der Essigsäure, Weinsäure, Oxalsäure etc.) wetteifert, bald hingegen eine so schwache (z. B. im Zucker, in der Stärcke etc.) daſs sie kaum bemerkbar wird, und in beiden Fällen ist sie weder von der relativen Anzahl der Atome, noch von der Menge des Sauerstoffs abhängig. Bei der Gährung geht diese nur in der organischen Verbindung Bestand habende eigenthümliche electrische Polarisation, nach und nach wieder in die ursprüngliche der Elemente zurück, ebenso und noch leichter durch die Einwirkungen hoher Temperaturen.

v) Die von Wärmeentwicklung begleiteten Gasverschluckungen, welche man an porosen Körpern, am Wasser und anderen Flüssigkeiten wahrnimmt, sind gleichbedingte Erscheinungen, und auf ähnliche Weise, wie ein Gas partiel durch ein anderes eindringendes Gas aus dem Wasser getrieben werden kann, so auch das Gas durch feste Materien, welche sich in dem gashaltigen Wasser lösen; vergl. oben S. 215.

x) Dort wo durch ein wirksames C das Gemisch A B nicht vollständig, sondern nur partiell zerlegt und B abgeschieden wird, z. B. wenn Schwefelsäure zu salzsaurem Kupferoxyd gebracht, nur einen Theil des Oxyds in Beschlag nimmt und neben gebildetem schwefelsaurem Kupferoxyde, salzs. Oxyd verbleibt, erfolgt diese (und jede ähnliche) Theilung dadurch, daſs das ausgetriebene B neben dem neugebildeten C A verbleibt, und mithin in Folge seiner electrisch-chemischen Polarität, wiewohl durch eine stärkere besiegt, zu wirken fortfährt, und daher im Verhältniſs seiner Kraft dem stärkeren C einen Theil seines Wirkungsvermögens entzieht, so daſs dieses nur mit seinem Ueberschusse wirken kann; d. h. B. treibt mit seiner gleichnamigen Polarität einen Theil der ihm gleichnamig polarisirten Masse von C so lange zurück, bis es zwischen beiden gleichnamigen Polaritäten zum Wirkungsgleichgewichte kommt; vergl. m. System a. a. O. u. oben S. 194 u. ff. Bildet hiebei C

mit A eine unlösliche Verbindung, so kann C selbst geringe Polarität als B haben und dennoch A in Beschlag nehmen, weil nun B nichts mehr neben C zu wirken vermag.

y) Die Cohärenz selbst scheint hingegen überall das Erzeugniss des polarischen Gegenzuges der gleichartigen, aber ungleichnamig polarischen Enden und Flächen der Atome zu seyn; auf gleiche Weise, wie der + E electrisirte Deckel des Electrophors vom — E des Kuchens festgehalten wird, ohne dafs beide einander entladen oder durchdringen (s. oben S. 296, Bem. 3).

z) Die verschiedenen Arten, bei den Oxyden die relative Anzahl der Atome des Radikals und Sauerstoffs zu bestimmen können folgende seyn: 1) wenn ein brennbares Radikal sich in mehreren Verhältnissen mit dem Sauerstoff vereinigen kann, so werden diese Verhätnisse aufgesucht, mit einander verglichen und das Resultat der Untersuchung auf die möglichst einfache Zahl der Atome gebracht. 2) Durch Vergleichung der Schwefel-Verbindungsgrade der Körper mit ihren Oxydationstufen; wiewohl sich dieselben nicht immer gleich bleiben). 3) Wenn electronegative Oxyde mit electropositiven sich vereinigen, so ist in ihren neutralen Verbindungen der Sauerstoff der ersteren ein Multiplum in ganzen Zahlen von dem Sauerstoff der letzteren, und es trifft mit höchst wenig Ausnahmen zu, dafs jenes Multiplum genau die Zahl ist, welche die, auf anderen Wegen gefundene Anzahl der Sauerstoff-Atome des electronegativen Oxyds ausdrückt. 4) Giebt ein Radical zwei Säuren, in welchen sich der Sauerstoff gegenseitig wie 3 : 5 verhält; so lässt sich der Fall denken, dafs diese Säuren 2 Atome Radikal gegen 3 und 5 Atome Sauerstoff enthalten, und dafs so nach diese Verschiedenheit der Zusammensetzung die bei diesen Säuren beobachtete Abweichung ihres Verhaltens zu Salzbasen, von dem gewöhnlichen Verhalten anderer Säuren, verursachen dürfte. Ob diesem wirklich also sey, kann nur entschieden werden, von der Erforschung der Natur des Stickstoffs; ob derselbe wirklich einfach oder zusammengesetzt ist? Ist das letztere der Fall. so bestehen seine Säuren (die salpetrichte und die Salpetersäure) aus 1 Atom Radikal und 4 bis 6 Atomen Sauerstoff. Nach diesen Verfahren ergaben sich B folgende Atomengewichte, das des Sauerstoffs = 1,00 gesetzt:

Name des Grundstoffs	Grösse seines Atomgewichts
Schwefel	201,165
Nitricum	77,26
(Stickstoff)	(177,26)
Radikal der Salzsäure	142,65
Radikal der Flufsäure	75,03
Phosphor	392,3
Boron	69,665
Kohlenstoff	75,33
Wasserstoff	6,2175
Selen	495,91
Arsenik	938,73
Molybdän	596,8
Chrom	703,638
Scheel	1207,689
Stibium	1612,9
Tellur	806.45
Tantal	1823,15
Titan	?
Silicium	296,42
Osmium	?
Iridium	?
Rhodium	1500,1
Platin	1215,226
Gold	2486,0
Palladium	1407,5
Silber	2703,21
Merkur	2503,13
Kupfer	791,39
Nickel	739,57
Kobalt	738,0
Wismuth	1773,8
Zinn	1470,58
Bley	2589,00
Eisen	678,43
Kadmium	1393,54
Zink	806,45
Mangan	711,575
Demetrium	1149,44

Name des Grundstoffs	Grösse seines Atomgewichts
Uranium	3146,86
Zirkonium	?
Yttrium	805,14
Bryllium	662,56
Aluminium	342,333
Magnium	316,72
Calcium	512,06
Strontium	1094,6
Baryum	1713,86
Lithium	255,63
Sodium	581,84
Kalium	979,83

§. 140.

Das Bestimmende der in Maafsen (Volumantheilen) oder in Gewichten auszudrückenden Mengenverhältnisse ist bei den Grundstoffen gegeben, in der unwandelbaren endlichen Anziehungsgrösse, mit welcher jeder einzelne Grundstoff gegen den andern mischend wirkt. Unter allen Grundstoffen ist der Sauerstoff (vermöge seiner Mischbarkeit mit allen übrigen Grundstoffen) am vorzüglichsten dazu geeignet, durch Vergleichung seiner mit den verschiedenen Grundstoffen statthabenden Sättigungsgrössen, die daraus abzuleitenden Mischungsgrössen der letzteren in bestimmten Zahlen auszudrücken. Diese Zahlen nennt man die chemischen, oder die Mischungs- oder die stöchiometrischen Werthe (oder Zahlen) oder auch die chemischen Aequivalente der Grundstoffe, und insofern sich dieselben auf das Gewicht beziehen, mit welchem der einzelne Grund-

stoff mit dem anderen oder dritten etc. bestimmte Mischungsganze (feste Verbindungen oder selbstständige Gemische) darstellt: das **Mischungsgewicht**, oder in Beziehung auf Maafstheile, das **Mischungsmaafs** des Gemisches.

Bemerk. 1) Folgende Uebersicht liefert die **Namen** der Grundstoffe, mit Beifügung ihrer **chemischen Zahlenwerthe** und der neuern, von Berzelius gewählten chemikalischen **Zeichen**. Letztere dienen zur Erspahrung der Namen, in Fällen, wo man durch Beifügung von Zahlen und mathematischen Formeln die einzelnen Aequivalente, sammt den daraus entspringenden Mischungsgewichten oder Mischungsmaassen, übersichtlich dem Auge des Lesers kurz vorführen will. Die Auffindung der **stöchiometrischen Werthe** verdankt man der genauen chemischen Zersetzung derjenigen Gemische der Grundstoffe, in welchen der eine der Mischungstheile, in dem andern gesättigt ist. So ist z. B. im Wasser der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe, oder der Sauerstoff mit dem Wasserstoffe gesättigt, den es bilden nach dem Mittel aus den Versuchen mehrerer Chemiker, 11 Gewichtstheile Wasserstoff und 88 Gewichtstheile Sauerstoff 100 Theile Wasser; mithin stehen Wasserstoff und Sauerstoff im Wasser im Verhältnifs wie 1 zu 8 (nach Berzelius wie 1 zu 7 ½), oder das Wasser enthält das 8fache des Wasserstoffs an **Sauerstoff**, u. dieses letztere durch 1000 alsden mit dem Mischungswerthe der übrigen Grundstoffe zu vergleichenden chem. Zahlenwerth ausgedrückt, kommt für den **Wasserstoff** die Zahl 0,125. Die Zahlen der übrigen Grundstoffe erhält man nun, indem man die Frage beantwortet: wieviel des (hinsichtlich seines stöchiometrischen Werths zu bestimmenden) Grundstoffes ist erfordeclich, um z. B. den zur Einheit angenommenen **Sauerstoff** so zu sättigen (seine che-

mische Ziehbestimmung so zu erschöpfen oder zu ergänzen), wie derselbe im Wasser durch den Wassersto gesättigt ist? Oder, wieviel von dem fraglichen Grundstoffe wird erfordert, um den (statt des Sauerstoffs) zur Einheit angenommenen Wasserstoff hinsichtlich seines chemischen Ziehungswerths so zu erschöpfen, wie er es im Wasser durch den Sauerstoff ist? Es ist gleichgültig, welchen der Grundstoffe man zur zuvergleichenden Einheit wählt; wir ziehen mit mehreren Chemikern den Sauerstoff vor, weil er mit allen übrigen Grundstoffen mischbar ist, und weil er über ²/₃ der ganzen, von uns untersuchbaren Erdmasse ausmacht, und setzen die stöchiometrischen Zahlen nach Werthen, wie sie sich aus dem Mittel der Versuche mehrerer Chemiker ergeben.

Name des Grundstoffs.	Zeichen desselben	Chemischer Zahlenwerth oder stöchiometrische Zahl.
1) Sauerstoff (Oxygenium)	O	1,000
2) Wasserstoff (Hydrogenium)	H	0,125
3) Kohlenstoff (Carbonium)	C	0,750
4) Stickstoff (Azotum)	A	1,750
5) Schwefel (Sulphur)	S	2,000
6) Phosphor (Phosphorus)	P	4,000
7) Selenium (Selenium)	Se	4,959
8) Chlor (Chlorium) (Halogenium)	Ch	4,426
9) Jode (Jodium)	J	15,500
10) Hesphor (? Fluorium)	F	2,250
11) Boron (Borium)	B	0,348
12) Kalium (Kalium)	K	4,500
13) Sodium (Natronium)	N	5,793
14) Lithium (Lithium)	L	1,278
15) Calcium (Calcium)	Ca	2,551

Name des Grundstoffs.	Zeichen desselben	Chemischer Zahlenwerth oder stöchiometrische Zahl.
16) Baryum (Baryum)	Ba	8,572
17) Strontium (Strontium)	Sr	5,522
18) Magnium (Magnesium)	Ms	1,564
19) Silicium (Silicium)	Si	0,9872
20) Aluminium (Aluminium)	Al	1,1401
21) Zirkonium (Zirkonium)	Zr	4,363
22) Thorinium (Thorinium)	T	(?)
23) Beryllium (Beryllium)	Be	2,244
24) Yttrium (Yttrium)	Y	4,395
25) Tantal (Tantalium)	Ta	18,230
26) Demetrium (Cererium)	Ce	11,487
27) Chrom (Chromium)	Cr	2,333
28) Titan (Titanium)	Ti	9,000
29) Uran (Uranium)	U	31,387
30) Scheel (Wolframium)	W	12,121
31) Molybdän (Molybdaenum)	Mo	5,985
32) Mangan (Manganum)	Mn	7,116
33) Tellur (Teilurium)	Te	4,065
34) Arsenik (Arsenicum)	As	9,402
35) Stibium (Stibium) (s. Antimonium)	Sb	16,129
36) Wismuth (Bismuthum)	Bi	8,904
37) Kobalt (Cobaltum)	Co	7,326
38) Nickel (Niccolum)	Ni	7,338
39) Eisen (Ferrum)	Fe	6,779
40) Kadmium (Kadmium)	Ka	6,967
41) Zink (Zincum)	Zn	4,065
42) Zinn (Stannum)	Sn	14,705
43) Bley (Plumbum)	Pb	25,890
44) Kupfer (Cuprum)	Cu	8,000
45) Merkur (Mercurium) od. Quecksilber (s. Hydrargyrum)	Hg	25,062

Namen des Grundstoffs.	Chemischer Zahlenwerth oder stöchiometrische Zahl.	Zeichen desselcen
46) Silber (Argentum)	13,516	Ag
47) Palladium (Palladium)	7,037	Pl
48) Rhodium (Rhodium)	15,015	R
49) Osmium (Osmium)	(?)	Os
50) Iridium (Iridium)	6,034	Jr
51) Platin (Platinum)	12,067	Pt
52) Gold (Aurum)	25,000	Au

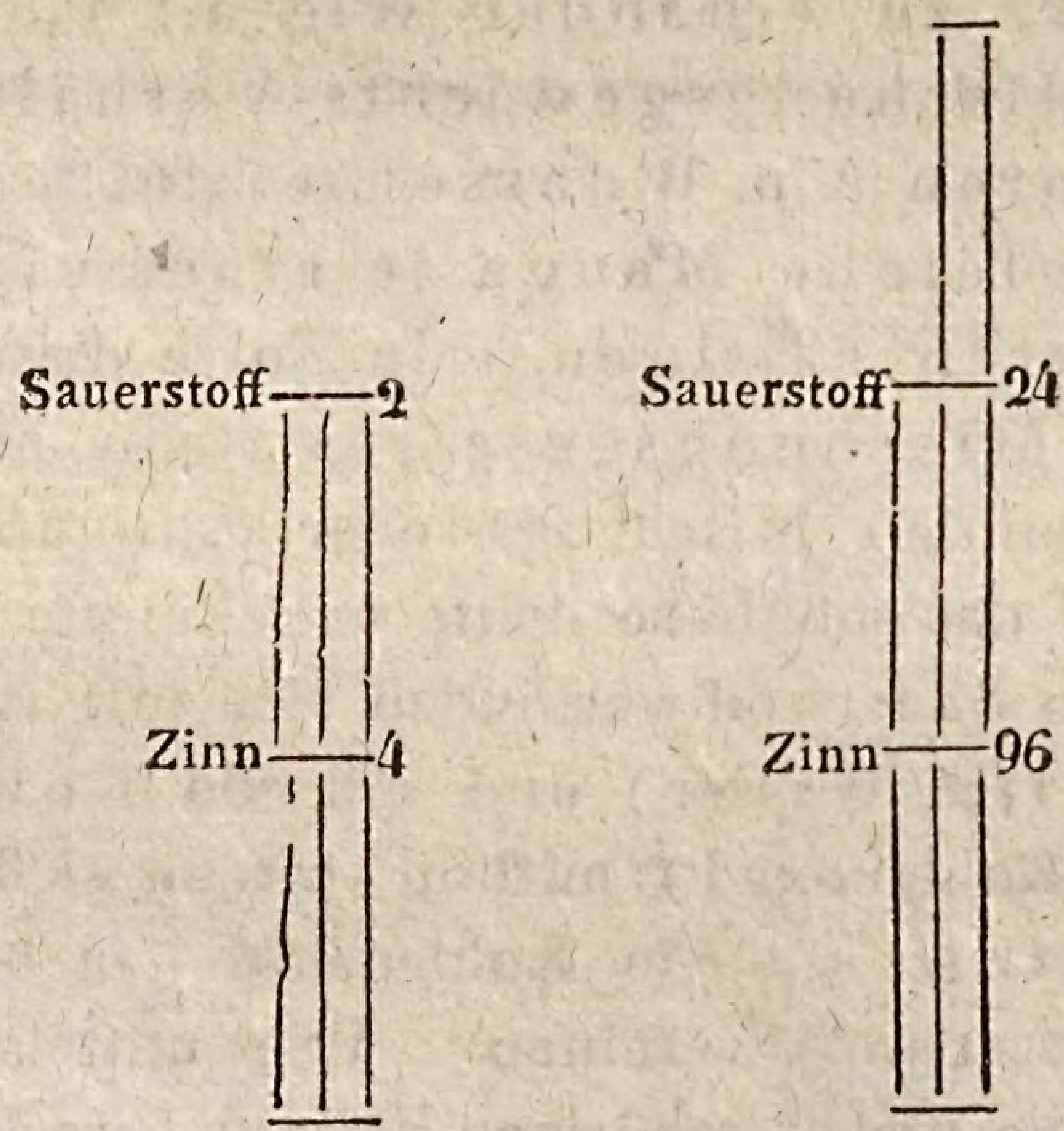
Ueber älteste und ältere chem. Zeichen und deren Bedeutung. Vergl. m. Einleit. in d. n. Chemie. S. 7 — 9.

2) Theils auf eigene, theils auf die durch Berzelius u. m. A. vollzogenen chemischen Zersetzungen (Analysen) gesättigter Gemische gründend, entwarf Wollaston eine die chemischen Zahlenwerthe enthaltende stöchiometrische Tafel, welche er die synoptische Skale der chemischen Aequivalente nannte, darin von Dalton abweichend, der eine ähnliche entworfen hatte, in welcher der chemische Zahlenwerth des „Wasserstoffs“ als zu vergleichende Einheit angenommen war, dafs W. den Sauerstoff als Einheit setzte. W. ordnete hiebei die Stoffe auf einer verschiebbaren Skale dergestallt nebeneinander, dafs, zur Ersparung der Proportionsrechnungen, durch blosse senkrechte Verschiebung der Skalenhälften die Mischungsverhältnisse von je zwei mischbaren Stoffen angegeben werden. Diese Einrichtung ist dieselbe, wie sie die sog. logrithmischen Rechenstäbe zeigen, und gründet sich ebenfalls auf die Natur der Logarithmen: z. B. die briggischen Logarithmentafeln geben für die natürlichen Zahlen, wenn man nur die ersten Decimalstellen nimmt, folgende Werthe:

Zahlen.	Logarithmen.
1	0
2	301
3	477
4	602
5	698
6	778
7	845
8	903
9	954
10	1000

Trägt man diese Werthe nach einem verjüngten Maafsstabe auf eine Linie, so dafs die den Logarithmen entsprechenden Abstände sämmtlich von einem Puncte ausgehen, und bezeichnet man diese Abstände mit 1, 2, 3... so hat man eine logarithmische Skale, in der diejenigen Zahlen gleichweit von einander abstehen, welche einerlei Verhältnifs zu einander haben, nemlich 0 und 301, 301 und 602, 602 und 903 stehen gleichweit von einander ab, weil 1 : 2 = 2 : 4 = 8 ist. Um nun dieses auf die Aequivalentenskale der Grundstoffe und ihrer Gemische anzuwenden, sucht man die Logarithmen der bekannten (oben Bem. 1. dieses §. angegebenen) Verhältnifszahlen ihrer chemischen Werthe, trägt diese nach demselben Maafsstabe parallel neben der zur zu vergleichenden Einheit angenommenen Zahl auf eine Linie, bezeichnet diese Abstände mit den Namen der Materien, deren Verhältnifszahlen ihnen entsprechen, und macht die erstere dieser Skalen neben der anderen (als unbeweglich zu betrachtenden) in senkrechter Richtung verschiebbar. Da hiebei gleiche Abstände gleichen Verhältnissen beider Skalen entsprechen, so können die senkrechten Abstände je zweier Werthe auf der unbeweglichen Skale als Glieder des einen Verhältnisses und die nämlichen Abstände auf der beweglichen Skale als Glieder

des anderen Verhältnisses betrachtet werden, woraus die Möglichkeit hervorgeht, alle Exempel der Regel de Tri sogleich durch bloſses Verschieben der beweglichen Skale aufzulösen. Es sey z. B. der Sauerstoff mit dem Zinn im Verhältniſs von 1 : 4 verbindbar, so zeichne man beide Stoffe auf der unbeweglichen Skale in dem Abstande von einander, der diesem Verhältnisse entspricht. Da nun auf der beweglichen Skale die Zahlen 24 und 96 eben soweit von einander entfernt sind, als 2 und 4, so muſs auch, wenn die bewegliche Skale so verschoben worden ist, daſs sich 24 zur Seite des Sauerstoffs befindet, die Zahl 96 neben Zinn zu stehen kommen.



Vergl. C. G. Bischoffs Lehrb. d. Stöchiometrie etc. Erlangen 1819. 8. S. 236—238. Schweigger's Journ. XII. 100 ff. u. 357. XIV. 115. ff. m. Einleitung in d. n. Chemie. 4. Abschn. u. 1 Anhang.

3) Als Beispiele des Gebrauchs der oben bemerkten neueren chemik. Zeichen der Grundstoffe setzen wir folgende her: Atmosphärische Luft A 2 O d. h. 2 chemische Zahlenwerthe des Stickstoffs sind mit 1 Werth des Sauerstoffs (oder 2 chem. Gewichtstheile Stickstoff mit 1 chem. Gewichtstheil Sauerstoff)

zu dem chemischen Zahlenwerthe von 4,500 verbunden; denn 2 × 1,750 = 3,500 + 1,000 = 4,500; ferner für Wasser — HO d. h. 1 chem. Antheil Wasserstoff = 0,125 ist mit 1 Anth. Sauerstoff = 1,000 zu 1,125 verbunden. 4,500 ist also die stöchiometrische Zahl der atmosphärischen Luft, so wie 1,125 die des Wassers.

4) Verhalten sich die Gewichtsmengen zweier Mischbaren (z. B. zweier Brennbaren im Verbrennungsprocesse, oder zweier Salzbasen im Salzbildungsprocefs) z. B. 2 A und 2 B, welche eine gleiche Menge eines dritten Mischbaren (z. B. des Sauerstoffs, oder einer und derselben Säure) sättigen, zu einander wie a : b, so wird dieses Mischungsgewichts-Verhältnifs der Mischbaren A u. B dasselbe bleiben, wenn sie die gleiche Menge je eines vierten etc. Mischbaren sättigen. In Folge dieses allgemeinen Mischungsgesetzes kann man aus je zwei bekannten Mischungs- oder Sättigungsverhältnissen auf das mögliche dritte unbekannte schliessen. Z. B. 1000 Sauerstoff verbinden sich mit 125 Wasserstoff (zu 1125 Wasser) und mit 750 Kohlenstoff (zu 1750 Kohlenoxyd) mithin werden sich auch 125 Wasserstoff mit 750 Kohlenstoff (zu ölbildenden Kohlenwasserstoff) vereinen. Wie mittelst der Kettenregel alle hieher gehörigen Fälle zu berechnen sind; s. m. Grundzüge S. 61. Obiges Gesetz läfst sich auch so ausdrücken: wie sich verhalten die Gewichtsmengen (a und c) von irgend zwei Chemischwirksamen (E und E′) wenn sie eine gleiche Menge (m) irgend eines dritten Mischbaren (E′) sättigen, ebenso verhalten sich die Gewichtsmengen (b und d) jener zwei Wirksamen, wenn dieselbe Menge (m) irgend eines vierten Wirksamen durch sie gesättigt wird; Wucherer a. a. O. S. 29. Setzen

wir daher die Mischungs-Gewichtsmenge irgend eines Grundstoffs z. B. des Sauerstoffs = 1, so drücken die stöchiometrischen Zahlen aller übrigen Grundstoffe nicht nur ihr Mischungsgewichts-Verhältnifs zu jenem einem Grundstoffe, sondern auch die Mischungsgewichts-Verhältnisse zwischen ihnen selber aus. Was aber für die Grundstoffe in bemerkter Hinsicht Gesetz ist, gilt auch für die gegenseitiger Mischungsanziehung fähigen einfacheren und zusammengesetzteren Gemische; s. oben S. 320 u. ff.

5) Zur Erläuterung des allgemeinen Mischungsgesetzes möge folgende Uebersicht der bekanntesten Gemische der Grundstoffe und einiger Verbindungen der Gemische unter sich dienen:

Name des Gemisches.	Zeichen desselben.	Stöchiometrische Zahl des Gemisches.
Wasser	HO	1,125
Atmosphärische Luft	A^2O	4,500
Salpetersäure	AO^5	6,750
Kohlensäure	CO^2	2,750
Schweflichte Säure	SO^2	4,000
Schwefelsäure	SO^3	5,000
Phosphorsäure	PO^5	9,000
Salzsäure	Ch H	4,551
Chlorsäure	$Ch\,O^5$	9,426
Boraxsäure	BO	1,348
Kali	KO	5,500
Natron	NO^2	7,793
Lithion	LO	2,278
Kalk	Ca O	3,551
Baryt	Ba O	9,572
Strontion	Sr O	6,522
Bittererde	Ms O	2,564

Name des Gemisches.	Zeichen desselben.	Stöchiometrische Zahl des Gemisches.
Thonerde	$Al\,O$	2,140
Kieselerde	$Si\,O$	1,987
Goldoxyd	$Au\,O^{3}$	28,000
Silberoxyd	$Ag\,O$	14,516
Rothes Merkuroxyd	$Hg\,O^{2}$	27,062
Zinnsäure	$Sn\,O^{4}$	18,705
Gelbes Bleioxyd	$Pb\,O^{3}$	28,890
Kupferoxydul	$Cu\,O$	9,000
Kupferoxyd	$Cu\,O^{2}$	10,000
Stibiumsäure	$Sb\,O^{5}$	21,129
Arsenichte Säure	$As\,O^{3}$	12,402
Arseniksäure	$As\,O^{5}$	14,402
Schwarzes Manganoxyd	$Mn\,O^{4}$	11,116
Chromsäure	$Cr\,O^{2}$	4,333
Oelzeugendes Gas	$C\,H$	0,875
Kohlenwasserstoffgas	$C\,H$	1,000
Holzkohle	$C^{12}\,H$	9,125
Ammoniak	$A\,H^{3}$	2,125
Schwefelwasserstoff	$S\,H$	2,125
Selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas	$P\,H^{3}$	4,375
Arsenikwasserstoffgas	$As\,H^{2}$	9,752
Kohlenstickstoff	$A\,C$	2,500
Blaustoff (Cyanogen)	$A\,C^{2}$	3,250
Blausäure (Hydrocyansäure)	$H\,A\,C^{2}$	3,375
Thierkohle	$A\,C^{6}$	6,250
Schwefelkohlenstoff	$S^{2}\,C$	5,500
Magnetisches Eisenoxydul	$Fe\,O^{2}$	8,779
Unmagnetisches Eisenhyperoxyd	$Fe\,O^{4}$	10,779
Magnetissher Eisenschwefel	$Fe\,S^{2}$	10,779
Unmegn. Schwefeleisen	$Fe\,S^{4}$	14,779

Namen des Gemisches.	Zeichen desselben.	Stöchiometrische Zahl des Gemisches,
Neutrales kohlensaures Kali	$CO^2 + KO$	8,250
Kohlensaurer Kalk (Marmor	$CO^2 + CaO$	6,301
Salpetersaures Kali (Salpeter)	$AO^5 + KO$	12,250
Schwefelsaur. Kalk (Gyps)	$SO^3 + CaO$	8,551
Salzsaur. Natron (Kochsalz	$^2(ChH) + NO_2$	16,895
Weinsäure	$H^2C^4O^5$	8,250
Citronensäure	$H^2C^4O^4$	7,250
Essigsäure	$H^3C^4O^3$	6,375
Oxalsäure (Sauerkleesäure)	$HC^{12}O^{18}$	27,125
Saures weinsaures Kali (Weinstein)	$^2(\overset{2}{H}\overset{4}{C}\overset{5}{O}) + KO$	22,000
Saures oxalsaures Kali (Sauerkleesalz)	$H\overset{12}{C}\overset{18}{O} + {}^3(KO)$	43,625
Hydrocyansaures Eisenoxyd (Farbestoff des Berlinerblau)	$^3(HA\overset{2}{C}) + FeO^3$	19,904
Anthrazothionsäure (Schwefelblausäure)	CAS^3H^3	8,875
Stärkste Schwefelsäure (Schwefelsäurehydrat)	$SO^3 + HO$	6,125
Krystallisirter Weinstein	$^2(\overset{2}{H}\overset{4}{C}\overset{5}{O}) + KO + HO$	23,125
Silberamalgam, krystallisirtes.	$Ag + Hg$	38,578

Wie sich die stöchiometrischen Zahlen der Gemische verhalten würden, wenn man die BERZELIUS'schen stöchiometrischen Werthe der Grundstoffe als die richtigeren betrachtet, ergiebt sich leicht aus der S. 325 aufgeführten Tabelle. Die Anzahl der Atome bezeichnet B. durch Puncte über das Zeichen des Stoffs; dessen Theor. d. chem. Proz. S. 116.

VIII. CAPITEL.

VON DEM ORGANISCHEN PROCESSE.

§. 141.

Die vorhergehenden Bemerkungen über die Gährung zeigten unter andern deutlich, daſs ausser den bisher untersuchten Anziehungen der Materien, in den Körpern Thätigkeitsbestimmungen gegeben seyn können, die dort, wo sie zur Erscheinung gelangen, einen Grad von Selbstständigkeit und Behauptung individuellen Daseyns wahrnehmen lassen, der von der allgemeinen Wandelbarkeit electrisch-chemisch wirksamer Stoffe auffallend abweichet. Wir nennen diese Körperwesen, denen wir eine solche (mit unserem eigenen Daseyn vergleichbare) aus dem Inneren entspringende höhere Selbstständigkeit zuzuschreiben genöthigt sind, organische Individuen (Organismen), und die Verhältnisse der dazu nöthigen äusseren und inneren Thätigkeiten selbst: organische Processe, die sich im Allgemeinen auf Assimilation des Individuums oder vielmehr auf Selbstergänzung zurückführen lassen,

und gewöhnlich durch Leben bezeichnet werden; vergl. S. 19 u. ff.

§. 142.

Jeder Organismus ist zusammengesetzt aus Theilen (Individuen), die unter sich und mit ihm als Ganzes in einem solchen wechselseitigen Einflusse und Verhältnisse stehen, daſs die Theile nur durch das Ganze sind und dieses nur durch jene besteht. Jene innere Bestimmung, aus der die Existenz als wirksames Ganze resultirt, nennen wir die organische Einheit oder die Seele des Organismus; wiewohl wir nicht im Stande sind, die Grenze einer solchen inneren Bestimmbarkeit (als Gegensatz jener äusseren der qualitativ verschiedenen Stoffe) in den verschiedenen Körpern genau nachzuweisen.

Bemerk. 1) Ueber das Wesen des organischen Processes, über die verschiedenen demselben eigenthümlich zukommenden Formen genannt Lebenserscheinungen und über die Unterschiede zwischen organischer Bildung (Selbstgestaltung) und anorganischer Gestaltung oder Verkörperung vergl. m. Syst. d. Chem. S. 18 u. ff. und S. 65 u. ff

2) Die organische Einheit kann nicht mit der Schwere verglichen werden; jene zeugt von einer über das Masseseyn hinausgehenden, diese von einer nur auf die Masse bezogenen Thätigkeit. Wenn wir uns daher auch in den Anziehungsphänomenen der Cohäsion (der specifischen Schwere), der Cohärenz und des Magnetismus, der Electricität und des Chemismus, ebenso viele in ihren Eigenwerthen verschiedene Gegenziehungen denken wollten, so verbieten uns dennoch Erfahrung und aus dem eigenen Ich geschöpftes Wissen, die organische Einheit mit diesen

Kräften gleichzustellen; wohl aber läfst es sich denken, dafs die organische Einheit einer stufenweisen Entwickelung fähig sey, und dafs sie, jene Kräfte mehr oder weniger unterordnend, unserem erkennenden Geiste, in verschiedenen Momenten, selbst anscheinend unter der Form jener Kräfte, sich darzustellen vermöge.

3) Wir dürfen ferner dieses phychische Verhältnifs organisirter Wesen, nicht mit dem rein geistigen denkender Wesen verwechseln; dann wie hoch wir auch den Werth der Seele organischer Individuen anschlagen, so ist sie, (als solche, als organische Einheit) doch nur dort denkbar, wo die Stoffe wirklich organisirt hervortreten, während es sich denken läfst, dafs der Geist zur Behauptung seines Daseyns der körperlichen Einheit nicht bedürfe. Ist aber die Einheit der Organismen nur durch die Organismen als bestehende Ganze denkbar, so folgt ganz von selbst, dafs man sie nicht in einzelnen Theilen des Organismus suchen kann, und daher hier und da vorkommende Ausdrücke wie Pflanzengeist (statt Pflanzenduft) etc. nur ebenbildlich zu nehmen hat; aber es folgt nicht, dafs bei der Zerstörung des Organismus die Seele absolut vernichtet (nicht seyend gesetzt) werde, sondern nur, dafs sie als Einheit des besimmten Organismus zu bestehen aufhöre.

4) Jede Organisation behauptet eine eigenthümliche Wirkungssphäre, mehr oder weniger von der Aussenwelt getrennt, in sich eine neue Welt bildend. In dieser relativen Isolation hört sie aber nicht auf, mit ihrer Aussenwelt in Verkehr zu stehen, und im Allgemeinen drückt sich das Verhältnifs jener zu dieser, als Erregbarkeit (Incitabilitas) aus; jedoch nicht als eine aus dem Gegensatz von zwei Kräften entspringende Nothwendigkeit (wie dieses bei den chemischen Verhältnissen der Stoffe der Fall ist),

sondern als ein Vermögen des Organismus, durch welches alle Einwirkung auf ihn vermittelt wird, ohne dadurch seiner Selbstständigkeit Eintrag zu thun. In sofern die Erregung Bewegungen veranlafst, oder in sofern diese (mittesit schon vorhandener Gegensätze) aus der eigenen Thätigkeit des Organismus hervorgehen, nennet man jenes Vermögen auch Reizbarkeit (Irritabilitas), und die Producte der Wechselwirkung der Reizbarkeit und der Aussenwelt Reitze, so wie den Einflufs der Reitze auf den lebenden Organismus Reitzung. Ueber Sympathie mündl. — Es setzen diese Receptivität (Empfänglichkeit für äussere Eindrücke) und Reaktionsvermögen (Fähigkeit, äusseren Einwirkungen eine mehr oder weniger gleichförmige Thätigkeit entgegen zu setzen) voraus, und beide können wir uns im vierfachen gegenseitigen Verhältnisse denken; nämlich schwache Receptivität und starke Reaction, schwache Receptivität und schwache Reaktion, starke Receptivit. und schwache Reaction und starke Receptivität mit starker Reaction, woraus vier Stimmungen (Temperamente) der allgemeinen Verhältnisse organischer Individuen zu sich selbst und zur Aussenwelt hervorgehen.

5) Alle Veränderung in Organismen erfolgt nach Gesetzen der organischen Vertheilung, die häufig von magnetischer, electrischer und chemischer Vertheilung begleitet, aber nie dadurch ausschliessentlich beherrscht ist. Die organische Vertheilung organisch belebter Wesen besteht in der Hervorrufung eines entgegengesetzten Werthes, entweder a) im Berührenden, oder b) in sich selbst durch das Berührende; der erstere Fall wird am deutlichsten bemerkt bei der Secretion (der für die Organismen am meisten charakteristischen Thätigkeitsform, die schon Baco in Historia vitae et mortis Londin 1623. p. 452 etc. als solche anerkannte

und durch Alimentation oder Nutrition bezeichnete), der letztere ist gegeben in allen Arten von Gährung, besonders aber in der Fäulniſs; vergl. Cap. VII. F.

6) Fassen wir nun die Hauptmomente der vorhergehenden Bemerkungen zusammen, und wenden wir sie auf die Unterscheidung der verschiedenen Naturwesen an, so finden wir, daſs die anorganischen Körper im Allgemeinen sich leidend verhalten, nur bewegt werden, sich aber nicht selbst zu bewegen vermögen; daſs es reine Producte sind, die alles in Allem der Möglichkeit nach für eine nicht selbst zu setzende Zukunft enthalten, und zu Bewegungen und Wandelungen ihrer Massen, nicht durch ihre innere Gleichgültigkeit, sondern durch ihre äussere Verschiedenheit (Heterogeneität) gegenseitig bestimmt werden. Dagegen erscheint uns das Universum (der Weltorganismus) rücksichtlich seiner Thätigkeit als ein Wesen, welches bloſs beweget, ohne durch etwas Aeusseres bewegt zu werden: als reine Productivität, und in den einzelnen Organismen sehen wir beider Wesenheit geeint wiederkehren: sie sind theils selbstständig, theils leidend, Producte und Productivität zugleich, oder productive Producte. Die Bewegungen der Weltkörper (als der allgemeinste Ausdruck der Thätigkeit des Universums) treffen zunächst nur Aenderungen der Form, und sind daher nach den Denkgesetzen des menschlichen Verstandes a priori bestimmbar; und sehen dann der Bestätigung durch Erfahrungen entgegen; die Bewegungsmomente der anorganischen Natur, so wie die der Organismen müssen hingegen durch die Erfahrung ausfindig gemacht, und dann jenen Denkgesetzen zur Vergleichung übergeben werden; um von uns erkannt zu werden; vergl. auch I. Einleit. §. 1 u. f. u. m. Einleit. in die n. Chem. 2ter Abschn.

§. 144.

Indem der werdende oder auch der schon gegebene Organismus sich gegen seine Aussenwelt durch organische Vertheilung (Secretion im Allgem.) wirksam zeigt, eignet er sich sehr häufig mittelst (der Form und der Mischung nach) sehr gleichartigsten Gebilden, die ungleichartigsten Stoffe an, oder wandelt auch umgekehrt die gleichartigen Stoffe in sehr ungleichartige ferner assimilirungsfähige Gebilde um, nach bestimmten, in jedem wirksamen Gebilde (Organe) der Art ausgeprägten Zwecken. Eben so werden auch die der Wandelung in organische Masse widerstrebenden, und für die Oekonomie des Organismus nicht passenden Theile jener Stoffe, mit sehr ungleicher Qualität von öfters sehr gleichartigen Organen entfernt (Excretion). Beide Thätigkeitsverhältnisse sind von chemischer Anziehung durchaus verschieden (vergl. S. 77), und zeigen deutlich, daſs ein Princip innerer Zweckmässigkeit (die organische Einheit selbst) der Grund einer solchen in den gleichartigen Organen vorhandenen verschiedenen Wahlanziehung sey.

Bemerk. 1) Ist es irgend erlaubt von wirklicher Wahlanziehung zu sprechen, so ist dieses vor allen in der Secretion der einzelnen Organe lebender Individuen der Fall. Bei den vollkommenen thierischen Organismen besteht nämlich die Wahlanziehung in einer mannichfach modificirten Drüsenfunction und die Function des Darmkanals (den man als die erste Drüse im Organismus betrachten kann, indem er im Wesentlichen mit allen Drüsen übereinkommt, und nur dadurch abweicht, daſs die abzusondernde

Flüssigkeit nicht aus einem schon vorhandenen organischen Fluido, dem Blute, wie dieses bei den übrigen Drüsen der Fall ist, sondern aus von aussen zugeführten Nahrungsstoffen entnommen wird; und daſs er diese Flüssigkeit, den Chylus, in den Organismus hineinführt, während die übrigen Drüsen ihre abgesonderten Stoffe aus dem Organismus entfernen), mittelst Mundhöhle und Schlund ist derjenigen ähnlich, welche die mit Poren versehenen Spitzen der Flocken, womit die innere Oberfläche der dünnen Gedärme bedeckt ist, gegen die Nahrungstoffe üben, indem sie den Chylus daraus aufnehmen. Vergl. m. System d. Chem. a. a. O. Nur ein merkwürdiger Unterschied findet zwischen beiden noch statt, nämlich, daſs die Functionen des Schlundes und Mundes mit Bewuſstseyn, jene der kleinen organ. Poren ohne Bewuſstseyn vorgehen. Vergl. I. S. 14. — Schon aus den früheren Betrachtungen über die Sinne (I. S. 12 ff.) wissen wir, daſs Bewuſstseyn über Gegenstände ausser uns, nur durch Sinnesgebrauch vermittelt wird; forschen wir aber diesem geheimen Verhältnisse vollkommener thierischer Organismen weiter nach, so ergiebt sich, daſs wenn der Geist zu jener Thätigkeit gelangen soll, durch welche er sich von Aussendingen unterscheidet, er es mit einer sinnlich wahrnehmbaren Mannichfaltigkeit zu thun haben müsse. Schwindet diese Mannichfaltigkeit, wie z. B. bei denen sich stets gleichen Verrichtungen des inneren Organismus, so schwindet damit auch die Möglichkeit sich dieser Verrichtungen bewuſst zu werden. Der Chylus (der mit Galle und Speichel vermischte Nahrungsstoff) z. B. wirkt auf den Darmkanal und dessen Absonderungswerkzeuge stets auf dieselbe Weise; jedes Sinnesorgan wird hingegen auf mannichfaltige Weise afficirt, und gewährt um so lebhaftere Vorstellungen je mannichfaltiger die Eindrücke sind. — Unter den

niederen Organismen sind es die Polypen, deren ganze Existenz fast nur in einer einfachen Drüsenfunction besteht, und die hierin den Darmzotten höherer Organismen am meisten ähneln.

2) Gewöhnlich erhält das Blut beim Durchgange durch die Drüsen einen Zusatz von Kohlenstoff, dessen Sonderung durch organische Functionen geschieht, die jedoch sehr häufig der chemischen Thätigkeit ähneln, und in der Lunge fast ganz unter der Form des chemischen Processes wirken (vergl. jedoch m. System a. a. O.); daher sind die Absonderungen dieser Drüse von mehr chemischen als organischem Werthe (wie Galle, Schleim etc.) Jede Drüse (so wie jedes Organ) hat gleichsam ein eignes Leben, dem zufolge sie nur in ihre Sphäre passende Productionen zuläfst, welches sich aber dem Gesammtleben des Organismus unterordnet, der als organ. Individuum sich nur zu behaupten vermag, in dem er seine ganze Aussenwelt in der Sphäre seiner Thätigkeit zu begreifen sucht, vergl. Darwins Zoonomie I. 87. So z. B. wird wahrscheinlich bei jeder Thätigkeit des gesunden Auges, ein Theil der Nervenmasse in Kohlenstoff gewandelt, der als Pigmentum nigrum, an die innere Oberfläche der Choroidea abgesetzt, und von der zottigen Oberfläche dieser Haut eingesogen, zum Herzen geführt und endlich in den Lungen ausgeschieden wird (L. Gmelins späterhin angestellten Vers. zufolge, ist der Kohlenstoffgehalt des Pig. nigr. bewiesen). Sofern der Kohlenstoff die Möglichkeit des pflanzlichen Lebens bezeichnet, deuten alle diese und ähnliche Sonderungen in den Animalien auf ein Bestreben hin, sich dessen zu entäussern was in ihnen einen fremden Werth, ein mehr passives und anorganisches Verhältnifs herbeiführen könnte; vergl. m. Grundzüge §. 158. In dem Masse wie daher die Energie des thierischen Lebens vermindert wird, treten an-

organische Thätigkeiten als überwiegend hervor; wohin z. B. die Umwandelung der irritablen Faser (dem eigentlichen Bewegung darstellenden Theile) in Fett, die Selbstverbrennungen (Combustiones spontaneae) etc. gehören. Die allgemeinste Drüse ist die Haut, deren Einsaugungsgänge die Enden der lymphatischen Gefässe sind, und deren Ausdünstung durch unorganische Poren vermittelt wird, welche die durch chemische Zersetzung des Fettes entstandene Ausdünstungsmasse durchlassen.

3) Jede Drüse vollkommener Thiere und des Menschen hat ausser Arterien und Venen, noch Nerven und irritable Fibern (oder statt der letzteren rücksichtlich der Function ähnliche Gebilde), ihre organ. Bewegungen erfolgen wie im ganzen Organismus durch irritable Fibern, und werden (wie die Bewegungen in diesen (durch Nerven dirigirt. Ob Nerv und Muskel vermöge ihres electrischen Gegensatzes (510 etc.) die Contractions- und Expansionsorgane sind, oder ob diese Bewegungsverhältnisse vielmehr dadurch begründet (und vom electr. Gegensatz blos begleitet) werden; dafs zuvörderst durch individuelle Assimilationskraft des Organismus mit Beihülfe der Nerven, aus dem Blutstoffe jener Fasertoff gebildet wird, der Zellstoffgefässe füllend überhaupt das die irritable Fiber bildende ist, und nun nach dieser Bildung und zugehörigen (jetzt für den Moment erloschenen) Nerventhätigkeit, chemischer Procefs eintritt, der den Faserstoff zum Theil in Fett umändert, wodurch die Fiber ausgedehnt wird (welches Fett durch Wiedereintreten der organischen Functionen, in das benachbarte Zellgewebe getrieben, den 'minder erschlaften Muskel zurückläfst)? oder ob andere noch unbekannte Veränderungen dabei obwalten, ist nicht entschieden. Vergl. jedoch Treviranus Biologie a. a. O. So viel ist gewifs, dafs der Nerve das die Muskeln zur Bewegung Bestimmende ist,

welches (das Ich des Menschen mit der Aussenwelt in Verbindung setzend) entweder nach bestimmten unveränderlich gegebenen Regeln, oder nach Willkühr die einzelnen Funktionen höherer Organismen einleitet, und erhält. Ueber die verschiedenen Nervenarten und Nervenfunctionen m. Syst. d. Chem. a. a. O.

4) Das Nervensystem an sich representirt im Allgemeinen das freiere, beseeltere sensorielle Leben (im Gegensatz des blofs auf Aufnahme und Ausscheidung hinausgehenden vegativen Lebens) der Organismen. Bei vollkommeneren Thieren ist es in ein eigenes organisches Ganze, im Gehirne vereinigt, dessen Centralkraft die einzelnen Nerven hervorrief und erhält; und je höher ein Thier in seinen thierischen Fähigkeiten hinaufsteigt, je mehr es sich die Aussenwelt unterordnet; und je mehr Zwecke es mithin gleichzeitig oder in schneller Folge vereinigen mufs, desto mannichfaltiger, gedrängter und verbundener werden seine Gehirnorgane, und desto leichter werden die den verschiedenen Zwecken entsprechenden Veränderungen des vegativen Lebens bewirkt. Je mehr sich eines (oder einige) der Gehirnorgane, die anderen unterordnet und diese erst durch jenes zur Thätigkeit bestimmt werden, um so mehr wird das sensorielle Leben nur in Bezug des einzelnen Organs und seines Zweckes entwickelt, um so mehr nähert es sich dem vegetativen Leben, und statt des sensoriellen Bewufstseyns, erscheint Instinkt. Wie sich die sensoriellen Lebensthätigkeiten zu den vegetativen im Thiere verhalten, so verhält sich das rein geistige Leben zum sensoriellen im Menschen, und so scheinen sich auch geistiges Bewufstseyn zum sensoriellen, Vernunft, Verstand und Urtheilskraft zur Thätigkeit der Gehirnorgane, der äusseren Sinne, des Gemeingefühls und zur Apperception zu verhalten, wie sich diese zum Streben zur Zweckmässigkeit,

zum Reiz und zur Erregung im vegetativen Leben verhalten; und wie im geistigen Leben die Wiederkehr des geistigen Bewufstseyns als Grundsatz gegeben ist, so die Wiederkehr des sensoriellen Bewufstseyns als Gedächtnifs. In jedem Thiere ist sensorielles und vegetatives Leben gegenseitig bedingt und vereint, und auch in dem unvollkommensten läfst sich keine absolute Trennung beider nachweisen. Ueber die Verschiedenheit der Thierhirne und die Eigenthümlichkeit des menschlichen Gehirns, m. Syst. d. Chem. a. a. O. u. Treviranus, Unters. über den Bau und die Funktionen des Gehirns, der Nerven und der Sinneswerkzeuge in den verschieden Klassen und Familien des Thierreichs. Bremen 1820. 4.

5) Das vegetative Leben fast die Möglichkeit in sich, sich selbst in steter Zweckmässigkeit zu entwickeln, oder das Vermögen der Selbstproduction, die daher als Grundfunktion des organ. Lebens überhaupt erscheint; und in einem steten Subordiniren der Thätigkeit unter die Form besteht, während in der Irritabilität der Versuch die Form der Thätigkeit unterzuordnen dargestellt wird. In beiden Verhältnissen ist das Streben ein zweckmässiges Ganze zu seyn (welches überhaupt organ. Individuen charakterisirt, vergl. oben) unverkennbar ausgedrückt, und beide sind nicht blofs im individuellen Ganzen als Gesammtorganismus sondern auch in den einzelnen Theilen des Individuums gegeben. Wird daher ein organisch lebender Körper getheilt, so behauptet jeder Theil jenes Streben so lange, als er vermöge der ihm gebliebenen Organe das Abgehende ersetzen, und das Untaugliche wegschaffen kann; fehlen die dazu nöthigen Organe, so stirbt der Theil ab. Wird hingegen durch die beibehaltenen Organe das Fehlende möglichst ersetzt, so nennt man dieses nach den Gesetzen der organischen Vertheilung fortgesetzte Verhält-

nifs schon begründeten organ. Lebens: Reproduction. Fassen wir die Reproduction als ein Vermögen, und die Irritabilität als Thätigkeit auf; so ist die Idendität beider, die organ. Wirksamkeit in der wechselweisen Aufnahme von Form und Thätigkeit d. i. in der Sensibilität gegeben. Aus der Gesammtthätigkeit des Organismus resultirt die ihm eigenthümliche Temperatur (Cap. XI). — Das ausgezeichnetste Moment im Leben der Pflanzen (die darin den anorganischen Körpern ähneln, dafs sie äusserlich mannigfaltig, innerlich mehr gleichartig erscheinen, diese Mannichfaltigkeit jedoch durch eigne Kraft der inneren Einheit ihrer Functionen begründen und verändern) besteht in vorwaltender auf ihre organische Einheit (als Grundthätigkeit) periodisch bezogener Selbstproduction (Metamorphose); das ausgezeichnetste Moment im Leben der Thiere (in denen innere Mannichfaltigkeit der Functionen mit äusserer Einheit der Organe gegeben ist) ist der Kampf mit der Masse und Production. (Das Pflanzenleben charakterisirt sich durch vorwaltende Naturnothwendigkeit; das Thierleben durch Freiheit; und das Menschenleben durch Bewufstseyn, in welchem Nothwendigkeit und Freiheit eins sind. (Reproductionstrieb mit Bewufstseyn verknüpft, ist Hunger.) — Ueber die Reproduction der Thiere (z. B. bei den Larven der Agrien und bei dem flügellosen Insecte: Scolopendra morsitans etc.); über den von Blumenbach angenommenen Bildungstrieb und Triebe im Allgemeinen; über den aus den einzelnen Thätigkeitsverhältnissen sich ergebenden Unterschied der Pflanzen und Thiere und der sogen. Afterorganismen m. System a. a. O. Ueber den aus der Gestaltung abzuleitenden Unterschied animalischer und vegetabilischer Organismen ebendas. — Die nähere Bestimmung der Gesetze des Pflanzen- und Thierlebens gehören für die Physiologie; vergl. S. 27. u. m. Einleit. in d. n. Chem. 2 Abschn.; desgl. m. Syst. a. a. O.

6) Jede Abweichung der Lebensthätigkeiten vom Hauptzwecke der Sicherung des einzelnen Organismus gegen seine Aussenwelt nennt man Leiden und unterscheidet dieses von der Förderung jenes Normalzwecks durch wohlthätig wirkende Reize. Durch Leiden einzelner Organe, entsteht partieller oder allgemeiner Zustand gestörter Zweckmässigkeit des Organismus d. i. Krankheit. — Ueber den Unterschied zwischen Nährung und Arznei; zwischen Krankheit und Anlagen die der ganzen Art gemein sind, oder die sich bei neugezeugten Individuen als wiederkehrende, angeerbte Veränderungen zeigen, und zu Abarten führen; oder auch dem einzelnen Individuum durch Gewohnheit eigen werden. Ueber die Bedeutung der Gewohnheit und ihre Macht im Leben; über Veränderungen durch unmittelbare Einwirkung auf die organische Einheit des Individuums (Ansteckungen, epidemische Veränderungen, Wirkungen der Arzneimittel und Gifte); über das Leitungsvermögen der anorganischen und organischen Körper für Contagien und specif. Gifte; über saure Räucherungen, über die relative Unzerstörbarkeit einiger Ansteckungsstoffe (welche Gährung und Entmischungen ohne Verlust ihrer nachtheiligen Eigenschaften erleiden können); a. a. O.

§. 145.

Indem wir uns schon in den letzten §§. des ersten Cap., von den Untersuchungen des allgemeinen Bestehungsgrundes materieller Wesen, von der Schwere als allgemeinstem Ergänzungsphänomen, zur Nachforschung derjenigen Ursachen wendeten, welche jene Veränderungen und Verschiedenheiten hervorbringen, die wir mit Hülfe unserer Sinne an den einzelnen Stoffen und Körpern wahrnehmen, und indem wir uns bemühten das Gemeinsamere von dem Besonderen trennend, durch genaue Beachtung

der Ausnahmen, die speciellen Bestehungs- und Veränderungsgesetze materieller Wesen kennen zu lernen, stiessen wir häufig auf gewisse Sinnesverhältnisse zur Aussenwelt, die an und in den Körpern nur durch immaterielle Einflüsse hervorzugehen scheinen, und uns mehr als irgend eine der anderen Naturerscheinungen (die Functionen organisirter Wesen ausgenommen) daran verhinderten, die Natur, für die Zeit der Untersuchung als etwas bloſs Gegenwärtiges, nicht in fortschreitender Entwickelung Begriffenes zu betrachten. Es sind dieses die Phänomene des Lichtes und der Wärme, deren Untersuchung uns jetzt um so leichter werden dürfte, da wir bereits früher Gelegenheit gehabt haben, besonders in den vier vorhergehenden Cap., die Bedingungen ihres Entstehens, zum Theil auch die ihres Verschwindens kennen zu lernen. Da ferner diese Phänomene sich unseren Sinnen als Bewungsverhältnisse darstellen, die rücksichtlich der Richtung und des Erfolgs für die raumerfüllende Materie in der sie sich zeigen, der Schwere (oder vielmehr der Cohaesion) relativ entgegengesetzt, nämlich ausdehnend sind, so werden wir ohnstreitig unsre Erforschung über die Natur dieser Phänomene um so mehr vorbereiten, wenn wir uns zuvörderst zur Untersuchung der in oscillirender (vergl. 157) Bewegung sich befindenden (elastischen) Körper wenden, indem wir hier die Gesetze aufsuchen, nach denen mit Contraction abwechselnde Ausdehnung in verschiedenen Körpern hervorgebracht, abgeändert und verändert wird. Einstweilen vergl. man noch S. 125 u. ff.

IX. CAPITEL.

VON DEM SCHALLE.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung des Schalles.

§. 146.

XLIX. Vers. An einer schallenden gläsernen Glocke, die frei schwebend nur in ihrem Gipfel befestigt ist, lasse man mittelst eines dünnen Fadens, ein Siegellakkügelchen so herabhängen, daſs es die Glocke berührt; so lange die Glocke tönt wird das Kügelchen pendelartig hin und her schwingen, und berührt man die Glocke leise mit einem Finger, so wird man die schwingende Bewegung der Glasmasse sehr deutlich fühlen.

Bemerk. 1) Es zeigt dieser Versuch, daſs die Bewegung schallender Körper nicht blos dem Gehöre, sondern auch dem Gesichte und Gefühle bemerkbar gemacht werden kann; dasselbe wird theils im gemeinen Leben an klirrenden Fenstern, zitternden Wänden und Häusern etc. sehr häufig wahrgenommen, theils kann es auch auf sehr mannichfaltige Weise durch Versuche die im Wesentlichen mit dem obigen übereinstimmen beobachtet werden. Zu den auffal-

lendsten Erscheinungen dieser Art gehören folgende: a) fühlbare Erschütterung der Luft am Ende einer grossen Orgelpfeife, wenn man die flache Hand über die Oeffnung der Pfeiffe hält; b) sichtbare Erschütterung des in einem Kelchglase oder in einer Glasglocke befindlichen Wassers, Weines etc., wenn der Glasrand gestrichen wird; sichtbare Bebung der in der Luft schwimmenden, vorzüglich beleuchteten Rauch- oder Staubtheilchen, in Zimmern worin Musik gemacht wird etc. Tröpfelt man etwas reines Wasser auf eine Glasscheibe, die mit den Fingern, oder noch besser mittelst eines eigenen Stativs durch eine Schraube gehalten wird (vergl. weit. unt. Absch. C.) und streicht dann den Rand derselben mit einem Violinbogen, so geräth das Wasser nach entgegengesetzten Richtungen in deutliche wellenförmige Bewegungen; bestäubt man zuvor das Wasser mit Bärlappsaamen, so werden die kleinen Staubtheilchen auf dem schwingenden Wasser in ähnlichen Richtungen auseinander geworfen, sich theils netzförmig durchkreuzend, theils verschiedenen krummlinigen Richtungen folgend, die sie auch nach dem Aufhören des Klanges beibehalten. Bei einer langen gespannten schwingenden Saite, kann man die Schwingungen sehen und wenn sie so langsam von Statten gehen, dafs man nichts hört, auch zählen. Läfst man (nach Young vergl. Transact. philos. 1800. S. 135) auf eine von den tiefsten Saiten eines viereckigten Pianoforte, um welche ein feiner Silberdrath spiralförmig gewunden ist, einen concentr. Lichtstrahl durch ein Fenster so darauf fallen, dafs wenn die Saite aus dem gehörigen Gesichtspuncte betrachtet wird, der Strahl klein oder schmal, glänzend und vollkommen alle Gewinde des Drathes bescheine, so werden die erleuchteten Puncte der zuvor in Schwingung gesetzten Saite (welche dabei der Saite eine Aehnlichkeit mit einer in die Runde gedrehten

glühenden Kohle geben), die Richtungen der Schwingungen bezeichnen, und dem Auge eine Lichtlinie darstellen, die mit Hülfe eines Microscops sehr genau beobachtet werden kann.

2) Erst wenn eine schwingende Saite 30—32 Schwingungen in einer Secunde macht, fängt der Ton an, für das menschliche Ohr hörbar zu werden; es ist dieses der tiefste hörbare Ton, so wie der höchste hörbare derjenige ist, der durch 16384 Schwingungen in einer Secunde entsteht. Da wir der Erfahrung gemäſs in einer Secunde ohngefähr nur 8—9 zu zählen vermögen, so folgt, daſs wir auch selbst bei dem tiefsten hörbaren Tone, die Schwingungen kaum abzählen und uns nicht durch die Bestimmung der Zahl der einzelnen Zeiträume jeder Schwingung der Tiefe oder Höhe des Tones bewuſst werden, und mithin über die absoluten Geschwindigkeiten der Schwingungen, durch das Gehör nicht unmittelbar zum Bewuſstseyn gelangen. Uebrigens gilt die Hörbarkeit jener langsamen und schnellen Schwingungen nur für das gesunde Gehörorgan der meisten Menschen, und wohl ist est möglich, daſs andere hörende Wesen noch weit langsamere oder weit schnellere Schallschwingungen mit Wohlgefallen zu vernehmen vermögen.

Das Werkzeug des Gehörs (Auditus) ist das sehr mannichfach zusammengesetzte Ohr (Auris), welches in jeder Hälfte unseres Körpers mit dem Gehörnerven (Nervus acusticus) verbunden ist. Das äussere Ohr besteht aus einer gekrümmten hohlen (mit einer stark nnd fettlos aufliegenden Fortsetzung des Fells überzogenen) Knorpelscheibe, die mehr Schallstrahlen in das innere Ohr zu leiten vermag, als durch eine blosse Oeffnung hineinfallen würden. Das mittlere Ohr liegt in einem sehr dichten harten Knochen (dem sogen. felsigen Theile Os petrosum des Schläfenbeins): ein cylindrischer Kanal der Gehörgang (Meatus auditorius), führt auf ein dünnes straff gespanntes Häutchen das Trommelfell (Membrana tympani), welches ihn von der weiten und ungleichen knöchernen Trommelhöhle oder Pauke

(Cavitas tympani s. Tympanum) scheidet. Diese ist mit Luft gefüllt, welche mit der im Munde befindlichen Luft durch die Eustachische Röhre (Tuba Eustachii) Gemeinschaft hat. In der Pauke liegen die vier Gehörknöchelchen (Ossicula auditus): der Hammer (Malleus) steckt mit seinem Handgriffe (Manubium) am Paukenfelle; an seinem Kopfe ist der des Ambosses (Incus) und an dessen langen Schenkel das Knöpfchen des Steigbügels (Stapes) eingelenkt, welches mit dem linsenförmigen Knöchelchen (Ossicul. lenticulare) verbunden ist. Die innere Wand der Trommelhöhle ist mit zwei Oeffnungen versehen, wovon die eine obere, das eiförmige Fenster (Fenestra ovalis), die andere untere, das runde Fenster (Fenestra rotunda) genannt wird; jenes bedeckt der Grund (Basis) des Steigbügels, dieses eine eigene Haut. Das eiförmige Fenster führt aus der Pauke in das innere Ohr, und zwar in denjenigen Theil, den man den Vorhof (Vestibulum) des Labyrinthes nennt. Dieser mittlere Theil des Labyrinthes besteht aus einer rundlichen knöchernen Höhle (worin zwei häutige Säckchen eingeschlossen sind) und hat hinter sich die drei Bogengänge (Canales semicirculares, cylindrische gekrümmte knöcherne Kanäle, deren jeder einen häutigen Kanal in sich schliefst) und vor sich die Schnecke (Cochlea, ein einem Schneckenhause ähnelndes, knöchernes Behältnifs) die einen zweifachen durch ein gewundenes Blatt (Lamina spiralis) getheilten, Kanal von dritthalb Windungen enthält, und auf jenem Blatte mit einem zarten Häutchen überzogen ist. Die Windung der Schnecke des rechten Ohrs geht rechts, die des linken links. Der Gehörnerve tritt durch ein eignes Loch (Sinus acusticus) zum Labyrinthe, sein Mark in den häutigen Säckchen des Vorhofs, den häutigen Kanälen und dem Häutchen des gewundenen Blattes verbreitend. Diese sämmtlichen Häutchen (so wie ihr zugehöriges Nervenmark) sind auf beiden Flächen mit einer wässrigen Feuchtigkeit (Aquula Cotunnii) umgeben, die durch zwei zum Theil knöcherne Gänge, wovon einer im unteren Schneckengange, der andere im Vorhof anfängt, durch die Wasserleitungen des Cotunni abgeleitet wird. Die wässrige Feuchtigkeit dient vielleicht dazu, theils zu heftige Erschütterungen des Nervenmarks zu verhüten, theils bestimmte Grade electrischer Spannungen in demselben einzuleiten und zu erhalten; indem jede Schallschwingung mit Electricitätsentwickelung verbunden zu seyn scheint; vergl.

Ritter in den Fragmenten aus dem Nachlaſs etc. im Anhange daselbst, und Oersted in Gehlens Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. VIII. 247 ff. u. S. 548 dies. Grundr. Das schärfste ist das die meisten Schallschwingungen erlaubende Hörorgan; es ist dort gegeben, wo durch das Hebelwerk der Paucke und der Hörknöchelchen die Bewegungen der Schallschwingungen auf das nichts verletzende Wasser in den nervenreichen Säcken des Labyrinths und in dem nervenartigen Wesen, welches die Schnecke auskleidet, im verstärkten Grade concentrirt wird. Unter den Thieren (wenn man die Windungen der Schnecke bei den Säugthieren abrechnet) scheinen die Vögel den ausgebildetsten Hörsinn zu besitzen, und ihr Gehörorgan gleichsam durch die gewöhnlich hohlen Knochen fortzusetzen. Die Vögel wie die Säugthiere haben offne äussere Ohren, welche den Amphibien und den Fischen fehlen. In den Thieren ohne Rückgrat hat man nur in den Krebsen, Afterspinnen, und einigen Sepien, z. B. in dem Dintenfisch (Sepia offic.), in der Seekatze (Sepia loligo) und dem Polypus (Sepia octopus) unvollkommene Gehörorgane aufgefunden. — Thiere mit grösseren elastischen und beweglichen Ohren übertreffen an Schärfe des Gehörs den Menschen, welches im Allgemeinen bei geringerer Vollkommenheit und Zusammengesetztheit des inneren Organs abnimmt. Sömmering Abbild. des menschlichen Hörorgans 1805. Hunter, in phil. transact. LXXII. M. Syst. d. Chem. a. a. O.

3) Zur Verstärkung des einem schwach hörenden Ohre nahe seyenden Schalles, dient des Hörrohr (Tuba acustica): eine hohle, kegelförmige (besser an den Enden gebogene) Röhre, von etwa 1—2 Fuſs Länge. Die engere Mündung, die nicht über 1/4 Zoll im Durchmesser hat, wird in den äusseren Gehörgang gebracht, die weitere 2—4 Zoll und drüber im Durchmesser haltende, zum Auffangen der Schallstrahlen bestimmte Mündung, gegen den schallenden Körper oder gegen die sprechende Person gerichtet. Man hört den Schall stärker, aber weniger deutlich. Verdichtung der eingeschlossenen Luft (durch das Hineinsprechen des Redenden in die weite Mündung) und Zurückwerfung der Schallstrahlen (136—137) von den Seitenwänden des Instruments, scheinen

vorzüglich die Verstärkung des Schalles zu begründen. Eines der vorzüglichsten Hörröhre ist das Arnemanaische. Da das Ohr mit seinen Haupttheilen nach den Regeln der Parabel entwickelt ist, so dürfte vielleicht die Construction der Hörröhre nach der Form der Parabel die zweckmässigste seyn.

4) Verstopft man das eine Ohr, und bleibt bei verbundenen Augen stets in einerlei Stellung, so scheint der Schall, er werde erregt, wo man wolle, immer von der Seite des offenen Ohrs herzukommen, und zwar von dem Orte, welcher dem Ohre gerade gegenüber, d. i. in der acustischen Axse des Ohrs, liegt. Behält der fortdaurende Schall dieselbe Stärke, und dreht man nach und nach den Kopf gegen alle Puncte des Horizontes, so wird der Schall bald stärker bald schwächer vernommen, je nachdem die acustische Ase des offenen Ohrs sich der Richtung des Schalles nähert, oder sich von derselben entfernt, und die Empfindung ist am stärksten, wenn die acustische Axse mit der Richtung der Schwingungen zusammen trifft. Man kann also auf diese Art durch ein einziges Ohr die wahre Richtung des Schalles entdecken, die bei beiden geöffneten Ohren, aus der Ungleichheit der durch ein Ohr mehr als durch das andere gegebenen Empfindung erkannt wird. (Venturi in Voigts Magaz. II. 1s. St.) Zur Bestimmung der Richtung entfernter Schalle, ist die willkürliche Beweglichkeit des äusseren Ohrs (welche man bei den Thieren und auch bei denen im Naturzustande lebenden Menschen antrifft) wahrscheinlich von bedeutendem Nutzen.

5) Vergl. Dr. E. F. F. Chladni's Acustik. Mit Kupf. Leipzig 1802. 4.; dessen neue Beiträge zur Acustik, Leipz. 1817 4., wo man zugleich die vollständige Literatur dieses Theils der Physik findet. Die Wissenschaft die vom Schalle handelt, wird überhaupt Acustik (von ακόυειν hören) oder Phonik (von φωνη

Stimme, Laut, Ton) genannt, und die meisten übrigen in der Lehre vom Schall angenommenen Kunstausdrücke, sind von diesen Wörtern hergenommen; z. B. Diacustik d. i. die Lehre vom gebrochenen Schalle, Katacustik die Lehre vom gebogenen Schalle, Otacustik die Lehre von den verschiedenen Arten den Gehörsinn zu verstärken oder ihm zu Hülfe zu kommen.

B. Von der Erregung, Verstärkung und Fortpflanzung des Schalles.

§. 147.

Jede Schallschwingung eines elastischen Körpers wird zuförderst durch eine von aussen kommende Bewegung veranlafst, — indem er die zunächst an der berührten Stelle in seiner Gestalt und Raumerfüllung hervorgebrachte Veränderung wieder herstellt, und dadurch in seinen übrigen Massentheilen bewegend fortwirkt, gelangt er zur Schallschwingung; deren Energie von der Grösse der schwingenden Masse und deren specifischen Elasticität, und von der Geschwindigkeit des schallenden Körpers abhängt.

Bemerk. 1) Sofern man nicht im Stande ist einen vollkommen unelastischen Körper nachzuweisen, kann man auch keinem Körper die Fähigkeit gänzlich absprechen, einen Schall zu erregen oder fortzupflanzen. Beide Verhältnisse sind aber nach der verschiedenen Beschaffenheit der Körper, und nach der damit verknüpften Fähigkeit den Schall geschwinder oder langsamer, regelmässig oder unregelmässig hervorzubringen und fortzuleiten sehr abweichend gegeben, woraus die Möglichkeit einer grossen Mannigfaltigkeit des Schalles hervorgeht. Die Ausdrücke: Geräusch, Mur-

meln, Zischen, Knarren, Knirschen, Pfeifen, Brausen, Knallen etc. sind mahlende Bezeichnungen verschiedener Arten des Schalles.

2) Jede Schallschwingung eines Körpers setzt voraus eine von einem andern Körper mitgetheilte Bewegung, entweder durch Stofs, Schlag, Reibung etc. die sich dadurch characterisirt, dafs sie mit einer gewissen Gewalt und unter sich ändernden Richtungspuncten Statt findet; blosser sanfter Druck ohne Aenderung der Richtung bringt auch in sehr elastischen Körpern keinen Schall hervor. Die Fortsetzung der Bewegung als schwingende wird durch die Elasticität des in Schwingung zu setzenden Körpers bewirkt; indem er vermöge der Elasticität, die ihm durch jene mitgetheilte Bewegung gewordene Raumsveränderung selbstständig wieder herzustellen durch seine eigenen Ziehkräfte bestimmt wird; I. S. 135 u. f.

3) Erfolgen die Schwingungen eines Körpers regelmässig oder gleichförmig (gleichartig), d. h. geschehen in gleichen Zeiten gleich viele (und auch mehr oder weniger gleich starke) Schwingungen; so nennen wir den angenehmen Gesammteindruck (solcher in einem gewissen Zeitraum stattfindender Schwingungen) auf unsere Gehörorgane Klang, und bestimmen wir bei einem Klange den Unterschied, der durch die grössere oder geringere Schnelligkeit der Schwingungen gegeben ist, so nennen wir ihn Ton. (Vergl. §. 3. Bem. 1). Jedoch ist die Verschiedenheit der Klänge und Töne, nicht blofs in der schnelleren oder langsameren Schwingung, sondern zugleich in der Art wie die Schwingungsbewegung entwickelt und fortgesetzt wird (welches von der verschiedenen Beschaffenheit der Körper selbst abhängt) zu suchen. Töne von zwei verschiedenen Instrumenten werden vom Ohre unterschieden, ohn-

erachtet beide gleiche Schwingungsanzahlen in gleichen Zeiten (gleiche Höhe oder Tiefe) und gleiche Stärke haben können.

4) In einem frei beweglichen aber ruhenden Medium pflanzt sich der starke oder schwache Schall vom schallenden Körper nach allen Seiten geradlinig (Schallstralen) mit gleichmässiger Geschwindigkeit fort, wenn sich ihm sonst kein Hindernifs entgegenstellt. Ist man daher im Stande, die Entstehung des Schalls von weitem zu bemerken, so läfst sich aus der Zwischenzeit, zwischen dem Augenblicke der Entstehung eines Schalles und demjenigen, wo er gehört wird, auf die Entfernung beider Orte (jedoch verschiedener Hindernisse wegen nicht ganz genau) schliessen. Bekanntlich sieht man den Blitz beim Gewitter oder an einem in beträchtlicher Ferne abgeschossenem Feuergewehr eher als der Donner oder Knall vernommen wird, woraus folgt: dafs sich der Schall langsamer durch die Luft bewegt als das Licht, indem unter obigen Umständen beide zu gleicher Zeit entwickelt werden. Diese Zeit nun, welche zür Fortpflanzung des Schalles durch die Luft erfordert wird, ist von mehreren Physikern gemessen worden; wobei sich zuvörderst zeigte, dafs die Bewegung des Schalles gleichförmig ist (106), und mithin in gleichen Zeiten, gleiche Weiten durchlaufen werden. Ist nun die Entfernung z. B zwischen der Kanone und dem Beobachter nach Fussen berechnet, so darf man nur diese durch die Zahl der (zwischen dem Sehen des Blitzes und dem Hören des Knalles) verstrichenen Secunden dividiren; der Quotient zeigt dann die Grösse der Geschwindigkeit des wahrgenommenen Schalles, oder wie viel Fufs er in der Secunde durchläuft. Die Geschwindigkeit des Schalles beträgt in einer Secunde nach denen von

Gassendi in Frankreich angest. Beob.	1473	par. Fufs
Mersenne - - - - - - -	1380	— —

Cassini, Huygens u. a. - - - -	1172	par. Fuſs
Cassini, de Thury, - - - -	1038	— —
Moralei, la Caille - - - -	1041	— —
d. Florent. in Acad. in Ital. - - - -	1185	— —
Flamstead, Derham u. Halley in England - - -	1070	— —
de la Condamine - Cayenne - - -	1101	— —
Derselbe - Peru - - - -	1050	— —
Loh Tob. Mayer - Deuschland - - -	1037	— —
G. C. Müller - - - - - -	1040,3	— —
Benzenberg - - - - - - -	1027	— —

(bei Frostkälte); vergl. Mém. de l'Acad. de Paris 1738 u. 1739. Voigt's Mag. VIII. 170. Gilbert's Annal. XLII. 1. Diesen Beob. zufolge nimmt man etwa 1028 par. Fuſs, als die Weite an, welche der Schall in einer Secunde durchläuft; und man kann daher die Entfernung eines Ortes, z. B. beim Lösen des Geschützes, beim Donner, beim Zerspringen einer Feuerkugel ohngefähr schätzen, wenn man die Zeit zwischen Lichterscheinung und Schallhörung nach einer Secunden oder Tertienuhr abzählt; vergl. oben. — Ueber Roberts, Boyle, Walkes, Mersenne, Derham, Flamstead, Halley, Bianconi, Condamine u. a. Beob. vergl. Philosoph. Transact. N. 209. 247. — Neuton (Arithmet. universal. Probl. 50) und Kaestner (dessen mathem. Abhdl. IV. Erfurt 1794.) lehren, wie aus der Zeit, welche zwischen dem Augenblicke, da man einen Stein in einen Brunnen wirft, und dem, wo man den Schall hört, die Tiefe des Brunnens bestimmt werden könne. — Nach Halley verhält sich die Wellenbewegung des Wassers zu der Bewegung des Schalles wie 1 zu 865; vergl. S. 303 Aenderung der Schall-Geschwindigkeit durch verschiedene Temperatur der Luft; vergleiche Kramps Geschichte der Aerostatik, Strasburg 1784. Anhang 1786. — Eine Stimmgabel bis 80° R. erhitzt, giebt eine Note an, die fast um einen

halben Ton tiefer ist, als die welche sie angiebt, wenn sie in Eis abgekuhlt worden. Möglicher Einflufs auf die Geschwindigkeit durch die Lage des Beob. Ortes rücksichtlich d. geogr. Breite. — CHLADNI a. a. O. III. Thl. §. 192 etc. — Wahrscheinlich ist das Fortpflanzungsvermögen für den Schall, in den verschiedenen Atmosphären der Planeten verschieden, wir können dieses aus der verschiedenen Heftigkeit und Schnelligkeit der atmosphärischen Bewegungen folgern; es sind nämlich die heftigsten Bewegungen in der jetzigen Erdatmosphäre 12—13 mal langsamer als die des Schalls, während die atmosphärischen Bewegungen auf mehreren von der Sonne entfernteren Planeten, die Schallgeschwindigkeit in unserem Luftkreise um 7—11 mal übertreffen.

5) Ueber Entstehung und Fortpflanzung des Schalles im Allgemeinen vergl. S 144—148 u. Ch. F. WÜNSCH Nachricht von einem Versuch, welcher lehrt, dafs der Schall durch feste elastische Körper unendlich geschwind oder doch eben so schnell als das Licht, sich bewegt; in der Sammlung der deutschen Abhandlung welche in der königlichen Academie d. Wissensch. zu Berlin vorgelesen worden. Berl. 1793. 4. S. 187 ff. BIOT fand, dafs eiserne Röhren den Schall 10 1/2 mal schneller fortpflanzen, als die freie Luft; Mém. de la Societ. d'Arc. T. 2. Da die Unterschiede der Töne auf den verschiedenen Geschwindigkeiten in der Nacheinanderfolge der Schwingungen beruhen (s. weiter unten), so gewähren sie ein einfaches Mittel, die Schallleitungsgeschwindigkeiten der verschiedenen Materien zu bestimmen. Bringt man nemlich einen Stab (oder ein in einer Pfeife enthaltenes Gas) durch Streichen (oder durch Blasen) zum Tönen, und vergleicht die Länge dieses Stabes (oder dieser Gassäule) mit der Länge einer, einen gleich hohen oder gleich tiefen Ton angebenden Orgelpfeiffe, so ergiebt sich aus

dieser Vergleichung der gesuchte Leitungsunterschied. Hiernach leitet Zinn den Schall 7 1/2; Silber 9; Kupfer fast 12; Eisen nahe an 17 mal schneller als die atmosphärische Luft; VOIGT's Verg. I. und GILBERT's Ann. XXXV. 409. Aus CHLADNI's hieher gehörigen Versuchen ergab sich, dafs unter allen Gasen das Wasserstoffgas den höchsten (schnellste Schallleitung nachweisenden) Ton giebt; s. weiter unten S. 363 Bemerk. 11. Auch gehört hieher das Erhöhen der Stimme durch Athmung von Wasserstoffgas enthaltender atmosphärischer Luft.

6) Gewöhnlich ist es die atmosphär. Luft, welche den Schall aufnimmt und fortpflanzt (Schallwellen, Undae sonorae), und schon früher (S. 335) fanden wir, dafs dünnere Luft den Schall mit geringerer Stärke verbreitet, als dichtere, und dasselbe gilt auch von der eingeschlossenen kalten Luft verglichen mit der eingeschlossenen wärmeren; denn in beiden Fällen ist die Elasticität der Luft grösser. Dahin gehört auch die Bemerkung, dafs bei übrigens gleichen Umständen ein Schall. z. B. der einer Glocke, dort weiter gehört wird, wo die Luft dichter ist (z. B. in Thälern), als dort wo sie dünner ist (z. B. auf Bergen). Feuchter Dunst, Regen, Schnee etc. vermindern die Intensität eines Schalles, während sie durch Trocknifs erhöht wird. Nach PRIESTLEY nimmt die Stärke des Schalles in Gasen von verschiedener Dichtigkeit wie diese zu; der Schall einer im Wasserstoffgase eingesperrten Glocke, war fast so wenig hörbar, als in der GUERIKEschen Leere (335); im Sauerstoffgase und im kohlensauren Gase mehr als in gemeiner Luft. CHLADNI a. a. O. §. 206. — ROERBUCKS Beobacht. im Windgewölbe der Devoner Oefen; in GILBERTS Ann. IX. 50. ff. Uebrigens nimmt die Stärke (Intensio) des Schalls bei dessen Verbreitung ab, wie das Quadrat der Entfernungen zunimmt; I. a. a. O.

7) PEROLLE's Vers. (GILBERT III. 168—178) haben gezeigt, dafs die Stärke des Schalles mit zunehmender Dichtigkeit wachse, und dafs, wenn mit dieser Dichtigkeit auch die Elasticität zunimmt, zugleich die Fähigkeit des schallenden Körpers den Schall fortzupflanzen ebenmässig erhöht werde. Den Schlag einer in der Luft an einem Faden aufgehängten Taschenuhr hörte P. auf 8, im Weingeiste auf 12, im Terpentinöl auf 14, im Olivenöl auf 16, im ausgekochten Wasser auf 20 Fufs Ferne. Aehnliche Versuche haben auch HAWKSKEE und ALDERON angestellt. Nach LAPLACE pflanzt sich der Schall durch nicht salziges Wasser 4 ½ mal schneller fort, als durch die atmosphär. Luft. Dessen neues allgem. Theorem über die Geschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Mitteln zur Ausgleichung zwischen Theorie und Erfahrung; GILBERTS Annalen LVII. 234—244.

8) Zugleich beweisen PEROLLES Versuche die Fähigkeit tropfbarer gashaltiger Flüssigkeiten den Schall fortzupflanzen; die wahrscheinlich von jener besonderen Art contractiler Elasticität abgeleitet werden mufs, welche durch die Cohäsion (in der Tropfenbildung) begründet wird; vergl. S. 273. Fernere Beweise dieser Fähigkeit gewährt der Gebrauch den Fische und Amphibien von ihren Gehörorganen im Wasser machea; das Locken zahmer Fische durch Glocken; die Hörbarkeit des Schalles der unter Wasser zusammenschlagenden elfenbeinernen Kugeln; das Hören der Taucher unter Wasser etc. — Nach NOLLET und MUSCHENBROEK ist ein Schall hörbarer und verbreitet sich weiter, wenn er sich erst einer tropfbaren Flüssigkeit und dann der Luft mittheilt, als umgekehrt.

9) Mit der grösseren Geschwindigkeit der Schallbewegung in festen Körpern (s. oben) nimmt auch die Stärke zu; vergleiche PEROLLE a. a. O. 168. Je dichter und gleichartiger die Masse des schallenden

festen Körpers ist, um so heftiger ist auch der Schall desselben; vorzüglich wenn man das Ohr unmittelbar mit einem solchen Körper in Verbindung setzt; vergl. Jo. Jorissen diss. in qua explicatur nova methodus, surdos reddendi audientes. Halae 1757. — Verstopft man eines der Ohren mit einem Finger; während man das andere fest an das eine Ende eines langen Stabes andrückt, und an das entgegengesetzte Ende desselben eine Taschenuhr hält, so wird man das Schlagen der Uhr — auch bei der gröſstmöglichen Länge des Stabes — deutlich hören. Dasselbe wird erfolgen, wenn man beide Ohren zuhält, und die Zähne, oder die Schläfe an das eine Ende des Stabes hält. Statt des Stabes kann auch ein Stück Zimmerholz, ein Marmorpfeiler etc. dienen; so wie auch statt der Uhr, nur am entgegengesetzten Ende geschabt zu werden braucht. Schwer hörende Personen hören die Töne eines Klaviers besser, wenn sie ihre Zähne mit irgend einem festen Theile desselben in Berührung setzen. Zieht man bei zugehaltenen Ohren die Schlinge einer Schnur, an deren anderem Ende man einen silbernen Löffel gebunden hat, über den Kopf und die Hände, bückt sich dann ein wenig, so daſs das mit dem Löffel verbundene Schnurende vorn herab hängt, und schlägt nun mit dem Löffel an irgend etwas, so hört man einen Schall, der dem einer grossen Glocke ähnelt. Legt man eines der Ohren auf die Erde, so hört man entfernte Schalle besser; Hube will auf diese Ars Kanonenschüsse in einer Entfernung von 20 deutschen Meilen gehört haben. Nach Chladni gehen auch artikulirte Schalle (Laute) durch feste Körper, ohne unverständlich zu werden.

10) Ohnerachtet im Allgemeinen angenommen werden kann, daſs sich die Schallswingungen sphärisch fortpflanzen (146), so lehrt doch die Erfahrung, daſs der Schall nicht in jeder Richtung gleich deutlich und stark vernommen wird. Befindet man sich in der

Richtung des Schusses einer abgeschossenen Kanone, so hört man den Knall stärker, als wenn man sich in der entgegengesetzten Richtung befand. Fröhlich einige Gedanken über Verbreitung des Schalles in die Ferne; Gilberts Ann. L. VIII. 401. — Die Einrichtung der gewöhnlichen redenden Figuren, Cicerosköpfe etc. — Das unsichtbare Mädchen der Herrn Schauer, Stephani u. A., wobei gekrümmte Röhren das Bedingende der auffallenden Erscheinungen darbieten; Gilberts Ann. X. L. VIII. — Winde verändern die Geschwindigkeit und Stärke des Schalles beträchtlich; weht der Wind in der Richtung des Schalles einer Person zu, so hört sie den Schall früher und in gröſserer Ferne als bei ruhiger Luft, und noch besser als bei abwehender Richtung des Windes. Delaroche: Ueber den Einfluſs des Windes auf die Stärke des Schalles; Gilberts Ann. L. VIII. 138. f. Befindet sich zwischen dem schallenden Körper und der Person eine ebene Fläche, besonders ruhiges Wasser, so kann man sehr entfernte Laute (z. B. das Sprechen anderer Menschen) deutlich vernehmen; vorzüglich in windstillen Winternächten. Bäume, Häuser, Hügel etc. wogende Ströhmungen des Wassers etc. legen dagegen der Schallverbreitung nach Hauptrichtungen mehr oder weniger bedeutende Hindernisse in den Weg. — Starke und anhaltende Schalle, z. B. das Schlagen der Hämmer, Abfeuern der Kanonen etc. ermüden das Ohr und können öfters (wenigstens eine Zeit dauernde) Taubheit hervorbringen. Merkwürdig ist es, daſs Personen welche dergleichen anhaltende Schalle gewohnt sind, das, was man ihnen sagt, besser unter dem gewohnten Geräusche, als entfernt von demselben hören.

11) Chladni untersuchte um wieviel der Ton einer Pfeiffe, die mit einem und demselben Gase gefüllt und auch damit umgeben ist, und davon angeblasen wird, bei einerlei Schwingungsart höher oder tiefer ist,

als der Ton, welchen die atmosphär. Luft unter denselben Umständen giebt. Aus seinen Versuchen (vergl. Voigts Mag. III. Bd. 1 St. u. Chladni a. a. O. S. 226 etc.) ergab sich, daſs bei einerlei Druck und bei ohngefähr 10—11° R. Wärme, der Schall in einer Secunde durch folgende Weite gehen würde.

In reiner atmosphär. Luft, wie auch in einer ihr ähnlichen künstlichen Mischung aus Sauerstoffgas und Stickgas ohngefähr durch	1038	paris. Fuſs.
In Sauerstoffgas - - -	950—960	— —
- Stickgas - - - - -	990	— —
- Wasserstoffgas - -	2100—2500	— —
- kohlensaures Gas - -	840	— —
- Salpetergas - - -	980	— —

Da diese Resultate sehr beträchtlich von denjenigen abweichen, zu denen die Theorie der Schallbewegung führt, so scheint daraus hervorzugehen, daſs die Schallgeschwindigkeit in einer elastischen Flüssigkeit nicht bloſs von der specifischen Elasticität, sondern auch von dem chemischen Werthe des Mediums und von seiner eigenthümlichen electrischen Spannung abhänge; die, wenn sie auch durch die räumlichen (Zusammendrückungs- und Ausdehnungs-) Aenderungen während der Schallleitung modificirt werden sollten, sich doch nach jeder vollbrachten Schwingung wiederum herstellen, und also der folgenden Schwingung dieselbe (die Schallleitung hemmende oder beschleunigende) Kraft entgegenstellen werden, die sie der ersten darboten, vergl. Laplace a. a. O. — Maunoirs und Pauls Vers. über die Veränderung der Stimme durch Athmung des Wasserstoffgases; in Gilberts Annal. II. 205. v. Arnims Vorschlag, die Güte des Wasserstoffgases durch die Höhe des angegebenen Tones, mittelst eines dazu eingerichteten Apparats (Hydrogenometer) zu messen; ebendas. III. Bd. 200.

12) Nach v. Arnim (Gilberts Annal. IV. 1 St.) steht die Stärke der Fortpflanzung des Schalles durch ver-

schiedene homogene feste Stoffe, im Verhältniſs ihrer Unverschiebbarkeit, womit noch A. KIRCHER (Musurgia l. l. sect. 7. cap. 7.) WINKLER (de ratione audiendi per dentes. Lips. 1759), HERHOLD (REILS Archiv III. 178) HOOK (in der Vorrede zu seiner Micrographia), und WÜNSCH a. a. O. zu vergl. ist. VIDRONS in Paris angestellte Versuche, um Tauben durch Ansetzung eines Stabes an die Zähne Worte und Töne vernehmlich zu machen, vergl Musikal. Zeit. 1801. N. 4. u. VOIGTS Mag. III. 3 St. — EULER Eclairciſsemens sur la génération et sur la propogation du son §. 13. in d. Mém. de l'Acad. de Berlin 1765.

13) Treffen die Schwingungen eines frei beweglichen Mediums auf einen gehörig dichten Körper, so wird dieser nicht bloſs in ähnliche Schwingung gesetzt, sondern sie gehen auch unter demselben Winkel, unter welchem sie auf ihn trafen, wiederum zurück. Vergl. §. 43 u. 44.

14) In der Folge vorkommende Versuche werden zeigen, daſs die Bewegung und Forspflanzung des Schalles in mehr oder weniger beschränkt beweglichen Medien, z. B. in festen Körpern von derjenigen in frei beweglichen Medien einigermassen verschieden ist. Es lassen sich hier Hauptschwingungen oder Bebungen von untergeordneten Zitterungen der kleinsten Tleile unterscheiden, und beide bilden vereint den Schall, der (unter oben berührter allgemeiner Bedingung des gehörigen Zeitverhältnisses) zum Klange wird, wenn alle Theile des schwingenden Körpers in allen (zu den Seiten, nach oben und nach unten gegebenen) Richtungen vereint auf gleiche Weise wirken, und sich als Ton darstellt, wenn sich die einzelnen Schwingungen so zusammen ordnen, daſs der Gesammteindruck von uns (mit Hülfe des Gehörorgans) als ein solcher, d. i. als ein mehr oder weniger in sich beschlossenes Ganze aufgefaſst wird. (Vergl. §. 3. N. 1.)

15) Der ältern Vorstellung zufolge betrachtete man die Schwingungen als kreiselartig-wellenförmige Bewegungen, denen ähnlich die z. B. erzeugt werden, wenn man einen festen Körper ins Wasser wirft; eine hypothetische auf falsche Analogien sich stützende Voraussetzung, welche neuere Beobachtungen berichtigt haben. Indefs werden wir weiter unten (§. 151.) Gelegenheit haben zu zeigen, dafs die Schwingungen sehr verschiedenartig seyn können, und dafs von diesen Verschiedenheiten zum Theil die besonderen Schallarten abhängen. Die Verbreitung des Schalles in Schwingungen, welche von einem Puncte nach allen Richtungen ausgehen, und nach jedesmaliger durch den Widerderstand der nächstliegenden Theile eintretender Beschränkung (Zusammendrückung) sich ebenmässig fortsetzen, als die neuere Ansicht, stimmt mit jener älteren nur dem allgemeinsten Theile nach überein.

§. 148.

Dem vorhergehenden §. zufolge, unterscheiden wir den (durch irgend eine nicht Schall seyende Bewegung erregten) Urschall (Sonus primitivus) von dem mitgetheilten Schalle (S. derivatus v. secundarius); jede ursprünglich schallende Materie ist auch des mitgetheilten Schalles fähig, aber umgekehrt scheint nicht jeder Mitschaller auch ein Urschaller seyn zu können. Wenigstens entwickeln Gase und Tropfbare (also auch die atmosphärische Luft) wie es scheint nur ursprüngliche Schalle, sofern sie gegen feste (oder tropfbare) Materien stofsen. Uebrigens können alle Schwingungen die ein elastischer Körper einzeln nach und nach darzustellen vermag, von ihm auch zugleich angegeben werden, ohne dafs eine

die andere hindere; S. 54. Daher können sich mehrere Arten des Schalles zugleich durch einerlei Luftschicht fortpflanzen, ohne dafs eine dieser Schwingungen die andere störe; so wie wir auch mehrere Schalle zu gleicher Zeit gesondert zu hören vermögen.

Bemerk. 1) Etwas dieser gleichzeitigen Verbreitung unvollkommen ähnelndes, bemerken wir auch an Wasserwellen, die an zwei oder mehreren Stellen der Oberfläche zugleich hervorgebracht wurden: die Kreise beider Wellenarten durchschneiden sich, ohne sich zu stören. — Mairans Hypothese zur Erklärung jener gleichzeitigen Schallverbreitung (z. B. dafs man mehrere Töne zugleich hört), der zufolge er für jeden Schall eine eigene Art von Lufttheilchen annahm, die eine diesem Schalle gemässe eigenthümliche Elasticität besitzen sollte, hat Euler (Theoria lucis et colorum §. 60.) widerlegt. Nur wenn Stofs und Druck auf an sich steife oder auf gespannte biegsame Körper wirken, in denen entweder zwei Dimensionen gegen die dritte (wie bei allen fadenförmigen klangfähigen Substanzen) sehr klein sind, oder eine Dimension im Vergleich mit den andern beiden sehr klein ist (wie bei allen flächenförmigen klingenden Materien) entstehen reine Klänge; sind hingegen alle Dimensionen gleich, oder rücksichtlich ihrer Gröfse nicht beträchtlich von einander verschieden, und die Einzeltheilchen des Körpers daher kaum frei beweglich, so erfolgen keine Klänge, weil die gestossenen oder dem Druck unterworfenen Körpertheilchen nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit in Bewegung zu setzen sind. Es ist mithin Beharren in der Gegenstellung der Theilchen und in der Bewegung des In-klang-zusetzenden erforderlich, wenn Klang und Tonbildung möglich werden soll, und mithin sind schon aus diesem Grunde weder im Tropfbaren noch im Gasigen Urklänge möglich. — Dafs jede Schallschwingung

zugleich mit drehenden, oder fortschreitenden Bewegungen des Körpers, ohne beträchtliche Störung verbunden seyn könne, haben Bernoulli und Euler (im 15 u. 19 Bd. der Nov. Comment. Acad. Petrop.) erwiesen, und durch Erfahrungen bestätigt.

2) Hieher gehört auch das Mitklingen höherer Töne bei dem Grundtone einer gespannten Saite; welches seltener an Orgelpfeiffen und anderen Blasinstrumenten bemerkt wird, hingegen an einem gabelförmig gebogenen klingenden Stabe gar nicht verhütet werden kann. Etwas ähnliches hat man auch bei klingenden Glocken wahrgenommen, es läfst sich aber durch Dämpfungen gewisser Stellen beseitigen. Das Mitklingen findet jedoch nicht bei allen klingenden Körpern Statt, und die mitklingenden Töne sind nie andere als solche die der Körper für sich zu geben im Stande ist; bei Verschiedenheit der Tonfolge eines solchen Körpers, sind auch die mitklingenden Töne verschieden, von denen eines anderen des Mitklingens fähigen Körpers. — Uebrigens kann das Mitklingen bis zum Zerschmettern von Gläsern getrieben werden. Beispiele nicht tönenden Mitschwingens geben die durch vorüberrasselnde Wagen erschütterten Häuser.

3) Verschieden rüchsichtlich der Ursachen von diesem Mitklingen ist dasjenige, welches man beim Angeben zweier höheren Töne, an allen klingenden Körpern bemerkt; es wird nämlich unter diesen Umständen zugleich ein tieferer Ton vom musikalischen Gehöre wahrgenommen, indem dieses nicht nur das Verhältnifs der Schwingungen bei den zwei gesondert angegebenen Tönen, sondern auch gleichzeitig das Zusammentreffen der Schläge auf dieselbe Art empfindet, wie es einen einzelnen Ton empfinden würde, bei welchem die Schwingungen in den Zeiträumen des Zusammentreffens erfolgten. Vergl. Chladni a. a. O. 207. Können z. B. die beiden wirklich angegebenen Töne durch die kleinsten Zahlen ausgedrückt

werden, so hört man zugleich einen tieferen Ton der mit der Zahl 1 übereinkömmt, ROMIEU bemerkte dieses Mitklingen (1753) zuerst; vergl. TARTINI trattato di Musica secondo la vera scienza dell' Armonia. Padova 1754. LA GRANGE Recherches sur le son, in den Miscellan. Taurinens. tom. I. §. 64. SARTI's Anwendung dieser Erscheinung zur Bestimmung der Schwingungszahl eines Tones; in VOIGTS Mag. I. 102. Abt VOGLERS Benutzung dieses Mitklingens bei der Orgel, indem er 3 kleinere Pfeiffen, deren Töne zu dem Dreiklange eines Grundtons gehören, einer sehr grossen, die einen tieferen Ton gibt, substituirt.

4) Durch jeden Schall werden alle anderen umher befindlichen Körper, welche in derselben Geschwindigkeit (des angegebenen Schalls) zu oscilliren vermögen, mitbewegt. Sehr häufig entsteht dadurch Mitklingen dieser Körper; so giebt z. B. ein Clavier öfters ungespielt einen Ton an, wenn dieser Ton anderweitig in demselben Zimmer entwickelt wurde. Eine vortheilhafte Anwendung macht man von diesem Mitklingen zur künstlichen Verstärkung des Schalles; dahin gehört die Einrichtung und Wirkung des Resonanzbodens (Fundus resonans) der hinlänglich grofs, nicht zu dick und gehörig elastisch seyn mufs, um alle Schwingungen mit Leichtigkeit aufzunehmen und wiederzugeben. Auch der Resonanzboden kann mehrere Töne zugleich angeben und somit verstärken. Ein ähnliches Mitklingen bemerkt man auch an Fenstern, Wänden, Pfeilern etc. solcher Gebäude, worin sehr tiefe Töne einer Orgel angegeben werden. Ein Schufs knallt im Zimmer stärker als im Freien. Anwendung bei der Einrichtung der Schauspielhäuser etc. Ueber zum Theil hieher gehöriges Schallverstärken s. meine Grundzüge S. 97. u. f. Ueber STEUBBS Melodion ebendas. S. 99.

c) Von der Zurückwerfung des Schalles.

§. 150.

Stöfst der in der Luft entwickelte oder verbreitete Schall an die Oberfläche eines harten Körpers, so wird er nach den Gesetzen der Reflexion elastischer Körper (§. 43 u. 44.) zurückgeworfen; d. h. die Schwingungen werden von der Oberfläche des harten Körpers erneuert, und so nach einer von der ursprünglichen abweichenden Richtung fortgepflanzt. Hierauf gründet sich die Entstehung des Nachhalls, das Echo, die Einrichtung des Sprachrohrs und der Schallgewölbe oder Sprachsäle.

Bemerk. 1) Der Schall wird von harten Oberflächen so zurückgeworfen, dafs der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich ist. — Es kommt dabei mehr auf die Gestalt der Oberfläche, als auf die chemische Beschaffenheit des Körpers an. Glatte und harte Oberflächen reflectiren den Schall besser als rauhe und harte; ebene oder etwas concave besser als convexe. Nur wenn der Schallstrahl senkrecht auf die reflectirende Ebene stöfst, wird er von ihr mit derselben Stärke und Geschwindigkeit zurückgeworfen, mit welcher er zu ihr gelangte. Uebrigens scheint aus der Betrachtung des Widerhalls durch Mitklingen und aus offenen Röhren hervorzugehen, dafs der Schall vom ebenen, nicht mitklingendem Widerstande in Kugelflächen rückkehrt, welche jenen ähneln, in welchen er zur Ebene sich bewegte; die Reflexionswinkel würden in diesem Falle nur die veränderte Richtung nach dem Mittelpunkte der Kugelflächen zeigen. Bei der in der Luft fortwirkenden Schallschwingung sind nämlich Verdichtung und fortschreitende Bewegung

verbunden, und Wiederhall erfolgt, sobald beim Rückgange der Schallwellen nicht beide zugleich = o wirken.

2) Der Erfahrung gemäfs vermag das menschliche Ohr in einer Sekunde nur 8 Laute nacheinander einzeln zu unterscheiden; soll daher ein und derselbe Schall, nicht blofs als Urschall sondern auch als zurückgeworfener Schall, wieder wahrgenommen werden, so mufs die reflectirende Oberfläche wenigstens so weit entfernt seyn, dafs durch die Bewegung des Urschalls zu ihr, und von da zurück bis zu dem Ohre desjenigen, der den Urschall zuvor hörte, wenigstens 1 Secunde vergeht, oder was dasselbe ist, dafs zur Bewegung des Urschalls bis zur reflectirenden Oberfläche wenigstens $^1/_{16}$ Sec. verstreicht. Durchbebt nun der Schall in $^1/_{16}$ Sec. 64,2 paris. Fufs (vergl. oben S. 357), so wird die reflectirende Oberfläche wenigstens eben so weit von dem Entstehungsorte des Urschalls entfernt seyn müssen, wenn hier ein Wiederschall oder Echo (Echo) gehört werden soll. Bei einer solchen Ferne kann aber nur ein einsylbiges Echo (E. monosyllaba) enstehen; beim Aussprechen eines mehrsylbigen Wortes, hört man nur die letzte Sylbe deutlich wiederhallen, indem der Schall der ersten Sylben vor vollendetem Aussprechen des ganzen Worts zurückkommt. Zur Entstehung eines vielsylbigen Echos (E. polysyllaba), wird erfordert, dafs die reflectirende Oberfläche um 514 paris. Fufs vom Urschalle entfernt ist, indem nun bis zum Wiederhören des Urschalls eine Secunde 2.514 = 1028 verstreicht. Finden sich mehrere reflectirende Oberflächen in einiger Entfernung nebeneinander, so wird der Schall von der einen zur anderen, und von jeder wieder (wenigstens zum Theil) nach dem Ausgangsorte des Urschalls zurückgeworfen; es entsteht dann ein vielfaches Echo (E. multiplex). Verschiedene merkwürdige Echo fin-

det man in KIRCHERS neue Hall- und Tonkunst a. d. L. Nördlingen 1684. Fol. und in GEHLERS Wörterbuch Thl. I. Art. Echo beschrieben. — Genauere Bestimmung des Echo in CHLADNIS Acustik. §. 212 etc. Auch ruhige Wasserflächen verstärken den Schall, (vergl. BRANDES in VOIGTS Mag. V. 63) theils durch Reflexion der Schalleswellen, theils auch dadurch, daſs die über ihnen lastende, den Schall fortpflanzende Luft, von ziemlich gleichem Feuchtigkeitsgehalt und dadurch, bei gleichen Höhen des Wassergases, von nicht merklich wechselnder Dichte ist; denn was die Schallleitung vorzüglich schwächt, ist der öfters wechselnde Uebergang aus dünneren in dichtere Mittel; GILBERTS Ann. L. VIII. 66. ECKARTSHAUSENS u. a. Benutzung der Hohlspiegel als reflectirende Oberfl.; vergl. dessen natürl. Magie I. Band. — Sind die Entfernungen geringer als zur Entstehung eines Echo erforderlich ist, so entsteht entweder ein blosser Nachhall (Resonanz), oder es werden beide: Urschall und reflectirter Schall zu gleicher Zeit vernommen, mithin von uns nicht unterschieden. Hieher gehört die gewöhnliche Einrichtung der Wohnzimmer in denen es sich um so deutlicher spricht, je kleiner sie sind. CHLADI a. a. O. §. 211.

3) Hält man eine gleichweite (z. B. eine cylindrische oder prismatische) Röhre, mit der einen Mündung an den Mund eines sprechenden Menschen, während man die andere Mündung dem eigenen Ohre nähert; so hört man mit Hülfe dieses am besten 2—3 Zoll weiten Communicationsrohrs leise gesprochene Worte ziemlich deutlich und stärker als andere mit dem Rohre nicht in Verbindung stehende Personen, indem die Schallstrahlen bis zur entgegengesetzten Mündung des Rohrs, durch die Seitenwände zusammengehalten werden. KIRCHER bemerkte diese Eigenschaft gleich weiter Röhren unter andern an einer alten römischen Wasserleitung, in welcher er

den Schall 600 Fuſs weit mit gleicher Stärke hörte; und die Wasserleitung des Claudius soll den Schall auf ähnliche Weise mehrere italienische Meilen weit verbreiten. Soll aber der Schall, ausserhalb der Röhre in beträchtlicher Entfernung verstärkt verbreitet werden, so wird erfordert, daſs das Rohr nach dem vom Munde abgekehrten Ende zu Trichterförmig erweitert sey; eine Vorrichtung die unter der Benennung Sprachrohr (Tuba stentoria v. locutoria) häufig, vorzüglich auf den Schiffen etc. in Gebrauch und dessen vortheilhafteste Gestalt nach Lambert ein abgekürzter Kegel ist. Während nämlich im Communicationsrohre die Schallstrahlen zwar auch mehrmals gebrochen werden, aber dennoch aus der entgegengesetzten Mündung, wie gewöhnlich divergirend fortgehen, werden sie von den innern Seitenwänden des Sprachrohrs so zurückgeworfen; daſs sie nach einer oder mehreren Brechungen mit der Axe parallel laufen, oder doch nicht bedeutend davon abweichen. Nur daſs in der Richtung der Achse des Rohrs sich befindende entfernte Ohr, hört die ausgesprochenen Worte am deutlichsten und stärksten. — Vergl. Lambert sur quelques instruments acoustiques in den Mém. de l'academie de Berlin 1763. p. 87. übers. v. Huth. Berl. 1796. 8. — Ueber Höhrrohr und Sprachrohr s. oben S. 352 u. m. Grundzüge S. 97. Nach Biot wurde der Schall durch Röhren von 488 Toisen Länge ungeschwächt fortgepflanzt; Mém. de la sos. d'Arc. II. Der Ritter Sam. Morland wird für den Erfinder des Sprachrohrs (1670) gehalten; sein erstes Sprachrohr ähnelte einer Trompete und war von Glas, ein späteres von Kupfer. Ob die Rohrwände wenig oder sehr elassind, scheint nicht gleichgültig zu seyn; am zweckmassigsten besteht die innere Röhrwand aus einer glatten elastischen, die äussere aus einer weichen Masse. Huths Bemerkungen zufolge thut ein ellip-

tisches Rohr keine vortheilhafte Wirkung; auch beim parabolischen Sprachrohre ist die Wirkung geringer als beim kegelförmigen von gleicher Länge, so wie auch die nach den Vorschlägen eines Cassegrain (Journ. de sçav. 1672; die Seiten des Sprachrohrs hyperbolisch zu krümmen, so daſs die Axe des Rohrs die Asymptome der Hyperbel würde) und des J. M. Hase (de tubis stentoreis. Lips. 1718. 4. das Rohr aus einem elyptischen und einem parabolischen Stücke zusammenzusetzen, so daſs während der Mund in dem einen Brennpuncte der Elypse angeseszt wird, der andere Brennpunct zugleich derjenige der Parabel wäre) gestalteten Sprachrohre, den Lambertschen nachstehen. Auch ist zum Theil hierdurch Hassenfrats Meinung (Gilbers Ann. XIX 145.) widerlegt, der zufolge die Wirkung blos in (durch Luftverdichtung) verstärkter Luftschwingung bestehen soll. Ueber das. sogen. Horn Alexander des Grossen; vergl. Huth a. a. O. Verstärkung des Kanonendonners durch Sprachröhre, Benutzung dieser Vorichtung zu Signalen. — Abbildungen verschieden gestalteter Sprachröhre finden sich in den Transact. philos. N. 141 oder in Lowtorps Auszug Bd. I. 605. – Vergl. Chladni a. a. O. §. 208.

4) Aus der Zurückwerfung der Schallstrahlen erklärt sich auch die Wirkung des Sprachgewölbes (Fornix acusticus) oder der Sprachsäle. Indem die Decke und wo möglich auch die Seitenwände eine elliptische Gestalt haben, werden die als Elypsoid aus einem Brennpuncte divergent ausgehenden Schallstrahlen, in dem andern Brennpuncte vereinigt; und daher die in der Gegend jenes Brennpunctes (leise) ausgesprochenen Worte, nur in diesem Brennpuncte von einer zweiten sich hier befindenden Person deutlich vernehmen lassen. Figur 10. stellt eine solche Wölbung dar; F ist der erste und f der zweite Brennpunct, und die in F entwickelten

Schallstrahlen, werden auch bei der gröſsten Divergenz so zurückgeworfen, daſs sie in f zusammentreffen; weil den Eigenschaften der Elypse zufolge, der Winkel m in jedem Puncte der Elypse, dem Winkel n gleich ist. — Merkwürdige Schallzurückwerfungen der Art in der Kuppel der Paulskirche zu London; im Pantheon zu Rom, in einer Gallerie zu Glocester, in der Cathedralkirche zu Girgente in Sicilien, das sog. Ohr des Dionysius (Grotta della favella) in den Steinbrüchen zu Syracus etc.; vergl. Chladni a. a. O. §. 210. Berücksichtigung der Zurückwerfungsgesetze des Schalles, bei Erbauung der Sprachsäle; der Theater, Concertsäle etc. a. a. O. §. 217 ff. und Rhode: Theorie der Verbreitung des Schalles für Baukünstler. Berlin 1806. 8. L. Catel Vorschläge zur Verbesserung Schauspielhäuser. Berlin 1802. 4. Euler a. a. O. u. ejud. de motu aëris in tubis, in Nov. Comment. Acad. Petrop. tom. VIV.

D) Von den Schwingungsknoten.

§. 151.

L. Vers. Eine an ihren Ende befestigte angespannte Saite (des Monochords) wie AD (Fig. 11.), theile man durch die Puncte B und C in drei gleiche Theile, unterstütze sie mittelst eines Stegs in B, und behänge sie vorzüglich in C mit kleinen winkelförmig gebogenen Papierstreifen; bringt man nun den mit AB bezeichneten Theil der Saite auf irgend eine Weise in Schwingung, z. B. durch Streichen mit einem Violinbogen, so werden alle Papierstreifen, der einzige in C (und wenn in B einer lag auch dieser) ausgenommen, von der Saite herabgeworfen werden; zum Beweise, daſs

die Stelle C, gleich der durch Unterstützung gedämpften B, ruhet, während die anderen Saitentheil sämmtlich schwingen. Aendert man diesen Versuch dahin ab, daſs man die Saite in mehr als drei z. B. in sechs gleiche Theile abtheilt, und wird dann unter übrigens gleichen Umständen der nächst A gegebene Theilungspunct, also in der obigen Fig. der Punct α unterstützt, und A a in Schwingung gesetzt, so wird die Seite in a B b C und c ruhen, während die übrigen Theile, gleich den zwischen A a ursprünglich schwingenden oscilliren. Untersucht man aber die Ausdehnungsrichtungen der zwischen den Ruhepuncten vorhandenen schwingenden Theile genauer (z. B. auf S. 349. angegebene Weise), so findet man daſs sie wechselseitig entgegengesetzt sind, wie dieses die krumme Linie der gen. Fig. anzeigt. Setzt man nämlich durch Streichen den erwähnten Theil der Saite nach α zu in Bewegung, so wird der Theil β a nach α und dadurch nothwendig der Theil a ε nach a δ gezogen, und der ruhende Theil a verhält sich zu denen ihm zur Seite entgegengesetzt bewegten Theilen, ähnlich dem Ruhepuncte eines Hebels erster Art (vergl. §. 54). Alle schwingenden Theile bewegen sich hiebei mit gleicher Geschwindigkeit (weil sonst die Schwingungen des einen Theils die des anderen verhindern würden), erstreckt sich daher die Oscillation weiter nach D oder A, so folgt, daſs in gleichen Entfernungen wie a von A, sich ähnliche Ruhepuncte bilden werden. Sowohl diese folgenden Ruhepuncte, als auch die ursprünglich durch Unterstützung (Dämpfung) gegebenen, nennt man Schwin-

gungsknoten (Nodi oscillationum), die schwingenden Theile hingegen Schwingungsbogen.

Bemerk. 1) Fährt die Saite fort zu schwingen, so erhellt aus dem Obigen, daſs die Bewegungsrichtungen der folgenden Schwingung, denen der vorhergehenden entgegengesetzt seyn, und die Schwingungsknoten nach wie vor in Ruhe bleiben werden. Statt der Saite kann auch Metalldrath, als ein klingender Stab etc. gewählt werden. Vergl. Cladni a. a. O. §. 48. — Um absolut gleichzeitig zu seyn, müſsten die Schwingungen klingender Körper, wie die eines Pendels unendlich klein seyn. Indeſs ist die Abweichung von der strengsten Genauigkeit bei sehr kleinen Schwingungen unmerklich. Bei einem Bogen von 1 Grade, dürfte die Dauer jeder Schwingung ohngefähr 1/50000 weniger betragen a. a. O. §. 46.

2) Ausser jenen gleichzeitigen Hauptschwingungen und den zugehörigen Schwingungsknoten, scheinen auch noch untergeordnete Bebungen in der klingenden Saite statt zu finden, aus deren Vereinigung mit den Hauptschwingungen (nicht bloſs durch Saiten sondern durch alle klingende Körper) wahrscheinlich das Entstehen eines Klanges (der sich überhaupt vom Geräusche durch die Gleichartigkeit und Bestimmbarkeit der Schwingungen unterscheidet) erst möglich wird. Bestreut man einen in seinen Endpuncten unterstützt liegenden, ziemlich dicken Metalldrath (oder Pfeiffenstyl) mit Bärlappsaamen, und schlägt dann geschwind aber nicht zu heftig daran, so bilden sich eine Menge kleiner Stauberhöhungen, die so beschaffen sind, daſs man die Abwechselungen der mehr und weniger bewegten Theile darin bemerken kann. Indem sich nämlich der dem einem Draththeile versetzte Stoſs, nicht zu gleicher Zeit sondern in einer gewissen Folge den übrigen Theilen mitzutheilen vermag, so folgt

dafs man den Theil, der den Stofs empfangen, als unterstützt von den umgebenden Theilen betrachten mufs, und dafs mithin eben so viele Schwingungsknoten hervorgebracht werden, als die ganze Saite von solchen schwingenden Theilen enthält. Oersteds Vers. über die Klangfiguren; in Gehlens Journ. für Chem. Phys. u. Mineralogie. VIII. 241. An klingenden Scheiben kann man ebenfalls etwas der Art bemerken, wenn man mit ihnen auf die oben S. 349 dies. Grundr. beschriebene Weise experimentirt.

3) Die Theile, worin sich der klingende Körper theilt, haben stets gegeneinander ein solches Grössenverhältnifs, als erforderlich ist, um in gleicher Geschwindigkeit schwingen zu können. Je grösser die Zahl der schwingenden Theile, mithin je kleiner jeder einzelne Theil ist, um so geschwinder sind auch die Schwingungen, mithin um so höher die Töne: vergl. S. 350. Was bei jedem Klange ausser der bestimmten Höhe oder Tiefe, und der bestimmten Schwäche oder Stärke noch als Modification desselben erscheint, und im Französischen durch timbre bezeichnet wird, hängt theils(wie schon bemerkt a. a. O.) von der eigenthümlichen Qualität des klingenden und zugleich fortpflanzenden Körpers und des fortpflanzenden Mediums ab, theils rührt es von beigemischtem Geräusche her, wovon der Grund ebenfalls sowohl im klingenden Körper, als auch in dem das Klingen hervorrufenden reibenden oder stossenden Körper zu suchen ist. Chladni §. 44. Hieher gehören die sog. harttönenden Instrumente, z. B. die meisten Metallinstrumente, vorzüglich die Trompete, das Clavier, die Geige u. m. ähnliche, im Vergleich mit der Flöte, Clarinette etc. überhaupt vorzüglich mit hölzernen Blasinstrumenten. Vergl. Kessler: Ueber die Natur der Sinne: Jena und Leipzig 1805. 8, S. 192—197.

4) Auf die Art des Schalles oder Klanges haben überhaupt verschiedene Verhältnisse Einflufs. Ob rücksichtlich der Gestalt, und zwar in Betreff der Dimensionen, die klingenden Körper der Länge nach, oder als Fläche, oder in der Dicke (z. B. bei den Saiten, — dünnen Blechen, Scheiben und Trommelfellen — Glocken, Stäben, Ringen) vorzüglich ausgedehnt sind, ob in Betreff der Richtung die Hauptdimensionen grade Linien (bei den Saiten, Scheiben etc.) oder krumme Linien (Glocken etc.) bilden; ob rücksichtlich der Befestigung, zur nöthigen Spannung die Körper an beiden Enden (wie bei den Saiten) oder nur an einem Ende (Stäbe), oder durch Aufhängen Glocken, Ringe) schwebend gehalten werden, ist für die Art des Klanges nichts weniger als gleichgültig. — Die gröfste Verschiedenheit der schwingenden Bewegungen zeigt sich in ihrer Richtung, die entweder queer, länglicht oder drehend seyn kann; wonach sich dann auch die Lenkung der jedesmaligen Anregung der Schwingungen richten mufs. Chladni giebt in dieser Hinsicht folgende Uebersicht der klingenden Körper und der ihnen zukommenden Schwingungsgattungen (Dessen: neue Beitr. zur Akustik. Leipz. 1817.

5) Die Transversalschwingungen bestehen aus Bebungen des klingenden Körpers (oder jedes seiner Theile) seitwärts der Axe (in deren Richtung die Schwingungsknoten liegen), vor und hinter jedem Schwingungsknoten nach abwechselnden Richtungen, vergleiche Fig. 11. α δ, so dafs die Durchmesser der Schwingungen mit der Axe einen rechten Winkel machen. Hieher gehören die Schwingungen der Saiten, Membranen, und die der meisten festen Körper. — Die Longitudinalschwingungen erfolgen in abwechselnden Zusammenziehungen und Ausdehnungen des klingenden Körpers und seiner aliquoten

Theile, nach der Richtung der Länge; so daſs diese sich abwechselnd gegen einen Schwingungsknoten stemmen, und von demselben entfernen. Zum Theil sind auch Saiten und andere nach einer geraden Richtung ausgehende Körper dieser Schwingungsart fähig; vorzüglich findet sie aber Statt, an der in einer Röhre eingeschlossenen Luft, z. B. bei allen Arten von Blasinstrumenten. Bei den drehenden Schwingungen (die CHLADNI nur an Stäben bemerkte) bewegen sich die aliquoten Theile des Stabes abwechselnd rechts und links in einer schraubenförmigen Richtung, so als ob sie sich um ihre Axe drehen wollten. CHLADNI a. a. O. §. 47. ff.

6) Zur Hervorbringung der Longitudinalschwingungen an einer Saite, muſs dieselbe innerhalb eines schwingenden Theiles mit dem Violinbogen (unter einem so spitzen Winkel wie möglich) der Länge nach gestrichen, oder nachdem sie mit Geigenharz bestrichen, mit einem weichen Körper (z. B. mit einem Stückchen Tuch, mit dem Finger etc.) der Länge nach gerieben werden. Holz- und Metallstäbe werden auf ähnliche Weise mit Tuch gerieben, nachdem sie zuvor mit Geigenharz bestäubt waren. Glasstäbe (wozu sich am besten Thermometer- oder Barometerröhren schicken) befeuchtet man mit etwas Wasser, und bestäubt sie dann mit feinem aber scharfen Sande oder Bimssteinpulver. (CHLADNI's Euphon.) Vergl. a. a. O. §. 89 etc. 96. Zu den drehenden Schwingungen werden die glatten Oberflächen der Stäbe auf ähnliche Weise wie bei den Longitudinalschwingungen behandelt, nur mit dem Unterschiede, daſs das Reiben nicht der Länge nach, sondern links oder rechts in einer drehenden Richtung geschieht. — Eine andere Art von Longitudinalschwingungen wie die obigen, wo eine Saite, an welche ein Gewicht gehängt ist, sich nach

einer geschehenen Aufhebung des Gleichgewichts so ausdehnt und zusammenzieht, daſs das Gewicht selbst dadurch abwechselnd auf- und niederwärts bewegt wird, hat der Graf Giordano Piccati (a. a. O. §. 62) beobachtet.

7) Die Verbreitung des Schalles in der Luft und in festen Körpern scheint vorzüglich durch Longitudinalschwingungen zu geschehen. Würde diese Vermuthung (vergl. Chladni's Acustik §. 226. u. Herholds Beob in Reils Archiv III. 166) bestätigt, so würde man dadurch ein Mittel finden, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles durch feste Körper zu bestimmen. In derselben Zeit, in welcher der gegebene feste Körper frei schwingend eine Longitudinalschwingung macht, würde er auch den Schall in sich fortsetzen; und diesem nach würde sich der Schall z. B. durch Kupfer fast 12mal geschwinder verbreiten als durch die Luft. Vergl. oben S. 359 dies. Grundr. — Einfluſs des Schalles auf den Barometerstand. Englefield in Gilberts Ann. XIV. 214.

8) Rücksichtlich der Zahl der Schwingungsknoten einer gespannten klingenden, in irgend einem Puncte (z. B. durchs Steg) unterstützten Saite, ist zu bemerken, daſs wenn sich der kleinere (durch Streichen etc. zuerst in Schwingung gebrachte Saiten) Theil zu dem grösseren verhält, wie 1:3, zwei Schwingungsknoten hervorgebracht werden; verhält er sich wie 1:4 so erscheinen drei, wie 1:5, vier Schwingungsknoten etc.

§. 152.

LI. Vers. Zur Nachweisung der Schwingungsknoten an klingenden Flächen, die irgendwo unterstützt sind, z. B. an Blechen, Glas- oder Metallscheiben etc., bedient man sich entweder des S. 349 angegebenen Stativs (vergl. Fig. 9) oder in Ermangelung des-

selben folgenden Verfahrens: man nimmt z. B. eine kreisrunde Scheibe von gleichdickem, reinem, blasenlosem Fensterglase, die an den Rändern gehörig abgeschliffen ist, und ohngefähr 3—12 Zoll im Durchmesser hat; man bestreut sie mittelst eines kleinen Siebes mit feinkörnigem Sande (Marmer, Eisenfeile oder Lycopodium), legt sie in ihrem Mittelpuncte auf einen etwas zugespitzten Kork, drückt sie oberhalb mit dem Finger an den Kork an, unterstützt sie ausserdem noch am Rande (Fig. 12) in a, oder b, oder c, oder d, und streicht nun den Rand 43 Grad von der berührten Stelle, also in e, oder h, oder in f, oder in g, rechtwinklicht mit einem mit Colophonium bestrichenen Violinbogen. Der Sand wird von allen schwingenden Stellen (welche die Gestalt krummer Flächen erhalten) der klingenden Scheibe in die Höhe geworfen, nur auf den Schwingungsknoten bleibt er liegen, bezeichnet dadurch die Reihe der zusammenhängenden Schwingungsknoten, und bildet so die in Fig. 12 gezeichnete Klangfigur; die sich ändert, wie die Gestalt der Scheibe (ob sie rund oder viereckig etc.) die Unterstützungspuncte und die ursprünglichen Bewegungsstellen abgeändert werden.

Bemerk. 1) Vergl. Chladni a. a. O. §. 102. ff. Jede auf einer Scheibe hervorzubringende Klangfigur, steht mit der anderen auf derselben Scheibe zu erzeugenden Figur in einem bestimmten Tonverhältnisse; irrig ist es aber, zu glauben jeder bestimmte Ton habe seine ihm entsprechende Figur. — Eisenfeile verdient nach Oersteds Beob. (Gehlens Journ. a. a. O.) den Vorzug vor Sand, so wie die Metallscheiben vor Glasscheiben zu genauen Versuchen. Die Me-

tallscheiben tönen länger nach, und geben die Figuren auch dann, wenn man den Sand etc. erst auf die bereits tönende Scheibe streut, womit meine eigenen Beob. übereinstimmen.

2) Fig. 13, 14, 15, 16 und 17 stellen noch fünf der merkwürdigsten Klangfiguren vor. Fig. 13 wird erhalten, wenn man die kreisrunde Scheibe etwa 30 Grad von der gedämpften Stelle des Randes streicht. Fig. 14. wenn man die Quadratscheibe in a oder b hält und in c oder d streicht; Fig. 15, wenn man dieselbe Scheibe an einer der Ecken in e oder f anstreicht; Fig. 16, wenn man eine ellyptische Scheibe in der Mitte g auf den Kork andrückt, die beiden Randpuncte i und k dämpft, und in r streicht; Fig. 17, wenn die kreisrunde Scheibe in m gehalten und in l angestrichen wird. Darstellung dieser und mehrerer anderer Klangfiguren, durch Versuche mit kreisrunden, ellyptischen und Rectangelscheiben von verschiedener Art, von Glas, Metall und Holz.

3) Zur genauen Ausmessung der Klangfiguren bedient man sich nach Oersted (a. a. O.) vortheilhaft quadratischer Messingscheiben, die fast eine Linie dick sind, und deren Seitenlinie 4 Zoll beträgt. Die Oberfläche einer solchen Scheibe wird zu dem Ende durch Linien, die mit den Seiten parallel gehen, in 1600 Quadrate eingetheilt, und nun entweder selbst bestreut zur Schwingung gebracht, oder es wird die mit der Klangfigur versehene Glastafel über die eingetheilte Metalltafel gelegt. Durch mehrere Versuche mit dergleichen Scheiben, gelangte O. zu dem merkenswerthen Resultate: dafs die Klangfiguren in Fig. 19, 20, 21 und alle ähnlichen nicht (wie man nach Chladni sonst glaubte) aus graden, durchschneidenden Linien, sondern aus Hyperbeln entstehen, die sich begegnen; und dafs die scheinbaren Winkel ebenfalls Hyperbeln sind, welche entgegengesetzte Scheitelpunkte haben. a. a. O. S. 226 u. 233.

4) Wäre eine Scheibe darstellbar die vollkommen elastisch und folglich so biegsam, daſs gar kein Widerstand da wäre, so würden Staublinien darauf mit den absolut ruhenden zusammenfallen und mithin Dreiecke bilden. In der Wirklichkeit sind aber nur Annäherungen dieses denkbaren Falles möglich; und die Hyperbel ist der gewöhnlich hervorzubringende Kegelschnitt. Es könnte dieser Schnitt aber eben so gut mit der entgegengesetzten Seite des Kegels parallel gehen und dadurch eine Parabel bilden, oder die Axe perpendiculär oder schräg durchschneiden und so einen Kreis oder eine Ellypse bilden; Fälle die wahrscheinlich auf sehr grossen Scheiben eintreten, und so die Möglichkeit gewähren, alle Kegelschnitte in verschiedener Entfernung vom Mittelpuncte dargestellt zu finden a. a. O. I. S. 97. — Durch wiederholte Striche (mit dem Violinbogen) rücken die Scheitelpuncte der Hyperberln in den unter N. 3. angegebenen Fällen immer näher, jedoch ohne das völlige Verschwinden der Bögen zuzulassen. — Ueber die besondere Gegenwirkung in klingenden Scheiben, wodurch an gewissen Stellen Staubmassen angehäuft werden, und die Form der Hyperbel etwas unregelmässig wird; a. a. O. S. 233 u. 235. — Operirt man in den vorhergehenden Vers. zur Darstellung der Klangfiguren, statt des Sandes etc. mit Bärlappsaamen, so wird man dadurch in den Stand gesetzt, jene untergeordneten Schwingungen und Schwingungsknoten der Scheibe zu bemerken, die denen der mit Bärlappsaamen bestäubten klingenden Saite ähneln; und hyperbelförmige Stauberhöhungen bilden a. a. O. 236.

5) Nach O's Beob. hängt der Staub in den Klangfiguren fester an der Tafel, als in den übrigen Stellen; ein Ankleben welches mit der electr. Anziehung leichter Körperchen Aehnlickeit zu haben scheint; vergl. oben S. 17. O. vermuthet daſs die Knoten,

stellen negativ electrisch geworden sind, während die schwingenden (leeren) Stellen positiv electrisch wurden. a. a. S. 248.

6) Die Schwingungen der Glocken und überhaupt gekrümmter Flächen, ähneln denen einer runden Scheibe, bei welchen sich sternförmige Figuren zeigen. Die Glocke etc. theilt sich nämlich in 4, 6, 8, oder nachdem sie grofs und dünn genug ist, überhaupt in eine gerade Zahl von schwingenden Sectoren, welche durch Knotenlinien von einander getrennt sind, die sich sämmtlich oben im Gipfel der Glocke durchschneiden. Vergl. Chladni a. a. O. §. 166 ff.

E) Von den Tönen.

§. 153.

In jedem Klange empfinden wir eine gewisses Gepräge von Ordnung und Harmonie, welches die einzelnen den Klang hervorbringenden Schwingungen vereint als Schallganzes wahrnehmen läfst, und Ton (so wie die Verschiedenheit desselben: Höhe und Tiefe) genannt wird. Vergl. oben S. 350. Den Unterschied eines Tones von dem andern, oder die Verschiedenheit der in einerlei Zeit erfolgenden Zahlen der Schwingungen, nennt man ein Interwall oder Tonverhältnifs.

Bemerk. 1) Zur Entwickelung der verschiedenen hörbaren Töne von vorzüglicher Reinheit und Vollendung, ist die menschliche Stimme am geschicktesten; und die musikalischen Instrumente stehen ihr hierin nach; m. Grundz. S. 104. Selten gränzt die Klangentwickelung bewegter, gegen leise ströhm. atmosph. Luft an geregelte Zusammenstimmung der Töne. Hieher gehört die von mehreren Reisenden

bestätigte Luftmusik oder Teufelsstimme auf Ceylon und in den benachbarten Ländern, die in stillen heiteren Nächten vor Witterungsänderung einzutreten pflegt, und die meiste Aehnlichkeit mit der tiefen klagenden Menschenstimme haben soll. Zum Theil gehört hieher auch das gewöhnliche Heulen des Windes. — Dem Klange der Blasinstrumente rücksichtlich seiner Entstehung ähnlich ist auch derjenige der sogen. chemischen Harmonica, deren Flamme sich während des Klanges zuspitzt. Vergl. DE LUC in dessen neuen Ideen über die Meteorologie I. §. 200. der dieses Phänomen zuerst erwähnte; ferner GÖTTLINGS Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker. 1795. S. 16. SCHERER in GRENS neuen Jour. d. Phys. II. 4. S. 509. CHLADNI a. a. O. S. 91—93 u. oben S. 265. dies. Grundr. — Ueber von KEMPELENS Sprachmaschine.

2) Bei Bestimmung der Tonhöhe einer Transversalschwingungen machenden Saite, kommt vorzüglich die Länge, Dicke und Spannung derselben in Betracht; sind diese bekannt, so lässt sich daraus auf die jedesmalige Geschwindigkeit in der Nacheinanderfolge der zum Tone gehörigen Schwingungen, d. i. auf die jedesmalige Tonhöhe schliessen, und diese durch Berechnung ausmitteln. Der Ton ist um so höher, je grösser jene Geschwindigkeit ist, und umgekehrt um so tiefer, je geringer sie ist. Vergl. oben S. 377. Sind zwei Saiten nur rücksichtlich der Länge verschieden, so verhalten sich ihre Schwingungsanzahlen (in gleichen Zeiten) umgekehrt wie ihre Längen; sind sie es nur rücksichtlich der Dicke, so verhalten sich ihre Schwingungsanzahlen umgekehrt wie ihre Durchmesser, und sind zwei Saiten mit ungleicher Stärke (durch ungleiche Gewichte) gespannt, rücksichtlich der Länge und Dicke aber gleich, so verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen (mithin ihre Tonhöhe) wie die Quadratwurzeln der spannenden

Kräfte oder Gewichte. Bezeichnen wir also die Anzahl der Schwingungen oder die Tonhöhe (der qualitativ gleichartigen) Saiten mit N, n, die spannenden Kräfte oder Gewichte durch P, p, die Längen durch L, l, und die Durchmesser durch D, d, so ist $N:n = \frac{\sqrt{P}}{LD} : \frac{\sqrt{p}}{ld}$. Bei einerlei longitudinaler Schwingungsart, verhalten sich die Töne mehrerer aus einerlei Materie bestehenden Stäbe umgekehrt wie die Längen. Auf die Dicke eines Stabes kommt gar nichts an, aber wohl auf die Verschiedenheit der Materie; Chladni a. a. O. §. 95. Alle feste Körper geben bei dieser Schwingungsart unter übrigens gleichen Umständen weit höhere Töne, als gleich lange Luftsäulen z. B. einer Pfeife. Bei gleichartigen und gleichförmigen Scheiben verhalten sich die Töne umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser $\left(N = \frac{1}{D^2}\right)$.

3) Zur Ausmittelung obiger Tonverhältnisse schwingender Saiten, dient ein Sonometer oder Tonometer, d. i. ein einfaches mit einer oder mehreren Saiten (Monochord, Dichord, Tetrachord etc.) bezogenes Instrument; wo die Längen durch verschiebbare Stege gegeben, und durch parallel mit den Saiten angebrachte Längenscalen, so wie die Dicken durch Micrometer (Lüdicke's Micrometer zur Messung der Durchmesser dünner Saiten, in Gilberts Ann. I. 137.) und die Spannungen durch Gewichte gemessen werden. Durch ähnliche Versuche hat man auch das Verhältnifs der Schwingungszahlen der verschiedenen Töne d. i. die Temperatur (Temperamentum) ausgemittelt. Ungleichschwebende Kirnbergersche und gleichschwebende oder mathematische Temperatur; Unterschied derselben. Kirnbergers Kunst des reinen Satzes in der Musik. Berlin 1771. 4. Meine Grundzüge S. 102 u. f. Ueber Rhythmus u. Melodie

ebend. S. 104. Ueber Verhältniſs der Athmung zum Tonzeitmaaſs a. a. O.

4) Machen zwei Saiten in gleichen Zeiten gleichviel Schwingungen, so haben sie den Einklang; macht hingegen die eine Saite noch einmal soviel Schwingungen als die andere, so giebt sie die Oberoctave des Grundtons (Tonica) der anderen Saite; ein Fall der z. B. eintritt, wenn die Saite bei übrigens gleichen Umständen halb so lang ist, als die andere. Hat die kürzere $^2/_3$ der Länge der anderen Saite (macht sie also in derselben Zeit 3 Schwingungen, in welcher diese andere 2 macht), so giebt sie die Quinte des Grundtons (Dominante) der längeren an. Hat sie $^3/_4$ der Länge, so giebt sie die Quarte des Grundtons (Unterdominante) jener Saite. Die grosse Terz wird an der kürzeren Saite angegeben, wenn ihre Länge $^4/_5$; die kleine Terz wenn sie $^5/_6$; die grosse Sexte, wenn sie $^3/_5$; die kleine Sexte, wenn sie $^5/_8$; die Oberduodecime oder die Oberoctave der Quinte, wenn sie $^1/_3$; die Oberdecime-Septime, oder die doppelte Octave der grossen Terz, wenn sie $^1/_5$ von der Länge der den Grundton angebenden Saite beträgt. Die gewöhnlichen Töne der Musik beschränken sich auf die 4 Octaven; Baſs: C bis H, Tenor: c bis h, Alt: c′ bis h′, Diskant: c″ bis h″. Fragt man nicht, welches Zahlenverhältniſs, sondern welche Zahl von Schwingungen jedem einzelnen der gen. Töne zukomme, so antworten darauf Chladni's Versuche mit gespannten Stäben (deren Schwingungszahl sich umgekehrt verhält, wie das Quadrat ihrer Längen) daſs zu folgend. Tönen und Längen der Orgelpfeifen, die darunter stehenden Schwingungszahlen gehören:

C	C	C	C	C
der 32füssig. Pfeife	d. 16f. Pf.	grosse	ungestrichen	eingest.
32 Schwingungen.	64	128	256	512;

wonach der tiefste hörbare Ton 32 und der höchste

wahrscheinlich 16384 Schwingungen (= dem sechsgestrichenen c) hat. Hiermit stimmt BIOT's Bemerk., dafs ein schwingender Körper, wenn er in einer Sek. 32 Schwingungen macht, einen hörbaren Ton giebt, welcher übereinstimmt mit jenem, welchen die Resonanz einer 32 Schuh langen Röhre erzeugt. BIOT Traité de Phys. II. 215. Ueber die Höhe der Töne in verschiedenen Gasen, vergl. PEROLLE in GILBERTS Ann. III. 193. Eine zwischen zwei Wirbeln gespannte Saite wird durch Wärme ausgedehnt und dadurch schlaffer; während eine Luftsäule erwärmt elastischer (gespannter) wird; und mithin während die Saite einen mehr niederen Ton entwickelt, giebt diese einen höheren Ton an.

5) Gewöhnlich bedient man sich bei Saiteninstrumenten nur derjenigen Schwingungsart, wo die Saite ganz schwingt; seltener macht man auf der Geige und dem Violoncell bei dem Solospielen Gebrauch von den höheren Tönen, wo sich die Saite in aliquote Theile eintheilt. Man nennt sie Flageolett-Töne; CHLADNI a. a. O. §. 53. Die Töne der Aeolsharfe und der Riesen- oder Wetterharfe, wo die Saiten oder Dräthe durch Luftzug in Bewegung gesetzt werden, beruhen ebenfalls auf solchen Transversalschwingungen der Saiten, die sich, je nachdem sie verschiedentlich vom Winde getroffen werden, in eine grössere oder kleinere Anzahl aliquoter Theile abtheilen. Daher die grosse Mannichfaltigkeit ihrer Töne. GEHLERS phys. Wörterb. Art. Aeolsharfe und Wetterharfe. — Ueber Tonleiter; harte und weiche Tonart; Accorde; Consonanzen und Dissonanzen; Harmonie; Tonika und Intervall; Combinationstöne; den Gesang der Vögel etc. m. Grundzüge a. a. O. — GEHLER a. a. O. Art. Ton; SULZERS Theorie der schönen Künste; CHLADNI a. a. O.

6) Nach KEPLER gefällt sich der menschliche Verstand

(und nach K. auch der schaffende der Muttererde, dessen Abbilder der menschliche ist) in Betrachtung u. Hervorbringung derjenigen regul. Figuren, deren Verhältnisse einfach, durch unverworrene arithmetische Operationen bestimmbar sind. Hieher gehören also die regulären Dreiecke, Vierecke und Fünfecke u. s. w. der Elementargeometrie, deren Construction leicht. Ausgeschlossen sind Siebenecke u. s. w. welche auf höhere Gleichungen führen. Gleiche Bewandtnifs hat es mit der Musik und dem Gefallen des Menschen daran. Die Verhältnisse derselben entstehen aus der Theilung der Pheripherie, gemäfs der regulären Figuren im Kreise. Die Ausführung mit Hülfe einiger verwandter Axiome lehrt KEPLER im 3ten Buche seiner Weltharmonie. Die sich darauf beziehende Musickscale stimmt fast gänzlich mit der KIRNBERGERschen zusammen; nur dafs KIRNBERGER C, KEPLER G zum Grunde legt. Diese auf den Grund der regulären Figuren erbauten Verhältnisse oder Zahlen sucht KEPLER nun auch am Himmel, modificirt sie aber durch die Verhältnisse die an den regulären Körpern erscheinen, welches das andere ist, woran sich der Mensch unmittelbar ergötzt.

Er theilt mit den Alten den Kreis in 21600 Theile (nämlich Minuten), setzt 2160 als die Zahl des G und findet 1) dafs die Verhältnisse der wahren Bewegungen im Aphelio und Perihelio eins und desselben Planeten in harmonischem Verhältnisse stehen; dafs 2) bei Vergleichung aller Planeten in Bezug auf diese aphelischen u. perihelischen Bewegungen, gleichfalls harmonische Verhältnisse hervor treten; und 3) dafs mithin auch in der Bewegung ausser dem Aphelio und Perihelio alle Planeten in gewissen Lagen zusammen gewisse harmonische Massen bilden; vergl. W. PFAFF: Ueber KEPLER's Weltharmonie; SCHWEIGGER's Journ. X. 36. Vergl. auch damit H. SCHUBERT's Nachtseite der Natur; Dresden 1818. 2te Aufl. den Anhang.

X. CAPITEL.

Von dem Lichte.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung des Lichtes.

§. 154.

Die Empfindung des **Sehens**, durch die wir Lage, Gestalt, Grösse, Bewegung und Farbe der **Körper** zu beurtheilen vermögen, wird in unserem Gesichtsorgane, durch Wirkung eines eigenthümlichen *Phänomens* der Gegenstände, welches wir **Licht** (Lux lumen) nennen, begründet. Helligkeit, Durchsichtigkeit, Weisse und Farbe sind für unser mit Bewustseyn thätiges Sehorgan, die allgemeinsten Wirkungen des Lichtes, die eben so von einander abweichen als die Bedingungen verschieden sind, unter denen das Licht hervorgeht, sich fortpflanzt und verschwindet. Mit der Wegnahme des Lichtes schwindet auch die Fähigkeit des Sehorgans die Gegenstände zu sehen, und diesen Zustand nennen wir als Gegensatz der **Helligkeit** (Claritas) **Finsterniss** (Obscuritas) ein.

BEMERK. 1) Das zwiefache Sehorgan des **Menschen** besteht (in jeder Hälfte des Körpers) aus einem von Nervenmark gebildeten zarten Häutchen, welches mit dem aus sehr mannichfaltig gebildeten Körpern zusam-

mengesetzten Auge (Oculus) organisch verbunden ist. Ueber den Bau der Menschen- und Thieraugen vergl. S. T. Sömmering Abbild. d. menschl. Auges. Frankf. 1801. W. Sömmering de ocul. hom. animal. sect. horizont. Götting. 1818. fol. Treviranus a. a. O. Ueber das Wirkungsverhältnifs der einzelnen Theile des sehenden Auges, weiter unten Abschn. D.

2) Nicht immer bedarf es ausser dem Auge gegebenes Licht, um das Auge zum Sehen zu bringen. Hieher gehört die Lichterscheinung, welche bei starkem Stosse gegen das Auge, bei heftigem Niesen, beim hypochondrischen Schwindel, beim Reiben der Augenlieder einzutreten pflegt; so wie auch das galvanische Leuchten im Auge; vergl. S. 53. Lichtenberg (dessen Magaz. II. 3. S. 155.) bemerkte einst des Nachts bei heftigem Schreck, ein einige Secunden anhaltendes Leuchten, welches die ganze Umgebung deutlich unterscheiden liefs; etwas ähnliches bemerkte einer meiner ehemaligen Zuhörer, Herr Dr. Eisenlohr, vergl. m. Grundr. d. Chemie. I. S. 183. Ueber ein bei mir selber gegebenes electr. Augenlicht. Gren's Naturl. 6te Aufl. S. 452. Ueber den Nervenzustand der Somnambülen, und mehrerer zur Nachtzeit sehenden Thiere, beiläufig mündlich.

3) Zur Erklärung des Sehens sind von jeher sehr verschiedene Hypothesen aufgestellt worden; abgesehen davon, ob man einen eigenen Lichtstoff (S. 189) statuirt, oder die Lichtphänomene für besondere Zustände der Körper hält, scheint doch aus allen Beob. hervorzugehen, dafs das sehende Auge in den Zustand des (graduell sehr verschiedenen) Selbstleuchtens versetzt wird, und dafs dieser Zustand auf den Sehnerven erregend fortwirkt. Vergl. Kastner in den Studien herausgeg. von Daub u. Creuzer II. 74. ff. u. s. Grundr. d. Chem. I. 178—184. Ob sich diese Erregung zunächst auf Erzeugung eines blofs electrischen Gegensatzes beschränke, (Ritters Beitr. letztes Stück. Jena

1805), oder ob diese Wirkung vielmehr begleitendes Phänomen des ursprünglich im Augennerven thätigen organischen Processes sey (oben Cap. VIII.) ist unentschieden und Gegenstand der Physiologie. Vergl. OKENS Biologie, KESSLER üb. die Natur der Sinne, WALTHERS Physiologie, TREVIRANUS a. a. O. etc.

4) Nur leuchtende oder erleuchtete Gegenstände sehen wir; die absolut dunkeln unterscheiden wir nur in sofern, als sie nicht Licht entwickeln, und die Umgebung trüben.

5) Die Meinungen der Alten über die Art wie das Sehen bewirkt wird, waren sehr verschieden; die der griechischen Philosophen führt vorzüglich PLUTARCH (de Placitis philosophor. IV. C. 13. 14.) auf. DEMOCRIT, EPIKUR und PYTHAGORAS näherten sich derjenigen Ansicht, zu der wir durch PORTA und KEPLER in neuern Zeiten gelangt sind, der zufolge das Licht der Gegenstände ins Auge gelangend auf der Netzhaut die Bilder der Gegenstände darstellt; sie nahmen an, daſs etwas von den gesehenen Gegenständen ins Auge komme, jedoch ohne das Wie dieser Fortpflanzung deutlich zu bestimmen. EMPEDOKLES und HIPPARCHUS gestatten Vermischungen der angeblich aus dem Auge kommenden Lichtstralen mit den Bildern oder Stralen der Gegenstände; PLATO nimmt eine ähnliche Gegenstellung an; und setzt als nothwendige Bedingung zum Sehen, ausser der Action des leuchtenden Gegenstandes, die Reaction des lebendigen Organs. Den Stoikern war das Sehen ein Fühlen des Auges mittelst des zwischen Auge und Gegenstand beweglich angenommenen Lichtkegels. HELIODORUS von LARISSA glaubte, daſs kein Licht ins Auge, sondern von dem Auge zu den Gegenständen gelange, und im Momente der Berührung durch eine besondere Art von Rückwirkung die Empfindung des Sehens gebe. ARISTOTELES (de anima) meint, daſs das Licht das ursprünglich Durchsichtige sey, welches durch die Farbe der Dinge in Bewegung gesetzt werde, und nun den

fühlenden Gesichtssinn bewege. Das Licht sey kein Feuer, kein Körper, kein materieller Ausflufs, sondern nur Gegenwart eines solchen Mittels im Durchsichtigen. Hierüber, so wie über neuere Ansichten vergl. PRIESTLEY's Geschichte der Optik; übers. v. KLÜGEL S. 114. ff. ARISTOTELES Durchsichtiges kehrt gewissermassen in EULERS Aether wieder.

6) Nicht weniger verschieden waren von jeher die Meinungen über das Wesen des Lichtes, die hauptsächlich darin abweichen, dafs der eine Theil das Licht als etwas Immaterielles, als eine nur unter gewissen Verhältnissen eintretende (der Schwere zum Theil entgegengesetzte) Beschaffenheit betrachtet, während der andere Theil sich berechtigt hält, als letzten Grund aller Lichtphänomene eine elastisch-flüssige und unwägbare Materie (den Lichstoff, vergl. S. 188) anzunehmen, welche einige für einfach und ursprünglich homogen, andere für (in Farben) zersetzbar halten. Zur ersteren Meinung gehören BACON's propagines spirituales (ejusd. de augmentis scientiar. p. 119. u. 810. — in der Frankfurter lat. Ausgabe v. 1655. Fol.); und gewissermassen auch DESCARTES Kügelchen, deren durch den Druck eines leuchtenden Körpers bewirkte Bewegung das Licht hervorbringe. (Princip. philos. p. III. p. 55.). Nach HUYGENS besteht diese Bewegung in wellenförmigen Schwingungen (Opera Vol. III. 46.). ISAAK VOSSIUS, DU HAMEL u. a. betrachteten das Licht als eine Qualität der Körper, LEONARD EULER (nova theoria lucis et colorum; in s. Opusc. varii argumenti. Berolin. 1746.) hingegen, trat mit der Annahme des Aethers als einer flüssigen überall verbreiteten Materie (welche durch leuchtende Körper in zitternde Bewegung gesetzt wird, und so das Lichtphänomen gewährt) den frühern Hypothesen eines DESCARTES, HUYGENS und HOOKE in seinem sogen. Vibrationssysteme bei, nachdem er NEUTONS

Emanationssystem mit vielem Scharfsinne bestritten hatte; vergl. Memoires de l'acad. de Prusse 1752. p. 271 etc. Lettres à une princesse d'Allemange. Mietau u. Leipz. I. Livr. 17—31. Nach E. sind leuchtende Körper solche, welche durch eigene Kraft in Schwingung gerathen und diese Bewegung dem Aether mittheilen; dunkele Körper hingegen solche, welche zwar (der ursprünglichen Schwingung unfähig) nur von dem zitternden Aether geschlagen werden, diese Schläge jedoch wiederum von ihrer Oberfläche auszurückgeben (spiegeln), während durchsichtige Körper, die Schläge theils in der empfangenen Richtung, theils mehr oder minder modificirt durch ihre ganze Masse fortsetzen. Ein Lichtstral ist nach dieser Hypothese eine geradlinige Reihe von Schlägen (pulsus) gegen die Aethertheilchen und Farbe der Unterschied der verschiedenen Geschwindigkeit dieser aufeinander folgenden Schläge. In neueren Zeiten hat Young mit vielem Scharfsinn eine ähnliche Ansicht entwickelt; Gilberts Ann. XXXIX. 156. u. ff. — Entfernt ähnlich dieser Hypothese ist die alte Meinung, dafs das Licht nicht von der Sonne komme, sondern dafs sich ein Aether-artiges Wesen vor Sonnenauf- und nach Sonnenuntergang in der Luft verbreite, welches von der Sonne (und jedem leuchtenden Körper) ohngefähr so abgestossen werde, wie sich die feindlichen Pole des Magnets von einander entfernen. Vergl. Voltaire Raison par Alphabet. Art. Genése, et questious sur l'Encyclopedie. In neueren Zeiten hat sich vorzüglich A. N. Scherer für die Immaterialität des Lichtes erklärt (dessen Nachträge zu den Grundzügen der neueren chemischen Theorie, Jena 1796. S. 18—185) indem er es ebenfalls für ein Bewegungs-Phänomen hält; vergl. damit I. S. 134. dieses Grundr. u. oben S. 188—189. Allgemeiner sowohl bei früheren als auch bei jetztlebenden Physikern ist die Annahme der

Materialität des Lichtes, welche das Licht als etwas Selbständiges, Gesondertes oder Sonderungsfähiges d. i. als Eigenwesen betrachtet. Alle Naturforscher, welche sich Körperlichkeit und Geistigkeit nicht als relativ entgegengesetzte Zustände eines und desselben Seyenden, sondern als absolute Gegensätze des Seyns dachten, haben dieser letzteren Ansicht des Lichtes gehuldigt. Dahin gehören vorzüglich GALILEI, KEPLER, NEUTON, BOYLE. Ohnerachtet NEUTON (dessen Optics. Lond. 1701. 4. Optice sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis libri III. Lat. redd. SAM. CLARKE. London 1706. — Laus. et Genev. 1740. 4.) sich nicht sowohl auf Hypothesen über die Natur des Lichtes einliefs, als sich vielmehr nur bemühte durch schon vorhandene Erfahrungen und neue Versuche, das Daseyn der Eigenschaften des Lichtes zu erforschen und so die Gesetze der Fortpflanzung und Veränderung desselben auszumitteln, so hat man dennoch das sog. Emanations- oder Emissionssystem ihm zugeschrieben, und aus einigen dem gedachten Werke angehängten Fragen (vorzüglich aus questio XIX.) abgeleitet. Dieser Hypothese zufolge ist das Licht eine reine höchst elastische Flüssigkeit, welche von durchsichtigen Körpern durchgelassen, von weissen unverändert, von farbigen Körpern zerlegt (und nur zum Theil) zurückgeworfen wird. Dunkele undurchsichtige Körper werfen das Licht (von ihren glatten Oberflächen) entweder theilweise zurück, oder absorbiren es vollständig, und erscheinen in diesem letzteren Falle schwarz. Phosphoren (oben S. 230) nehmen einen Theil des sie erleuchtenden Lichtes in sich auf, und lassen ihn (nach dem Gesetze des Gleichgewichts) nach einiger Zeit wieder fahren. Bei Verbrennung und ähnlichen Processen wird das Licht als frei bewegliches Licht entbunden, ohne von der nächsten Umgebung bedeutend absorbirt zu werden, und gelangt so, wie das

Licht jedes leuchtenden Körpers ins Auge etc. HOMBERG, T. BARTHOLINUS, MACQUER, de MORVEAU, SCHEELE, WELGEL, BAUMÉ, GIRTANNER, HAGEN und LINK, DIZÉ und BERTHOLLET halten theils Wärme und Licht für Modificationen einer und derselben Materie, theils betrachten sie das eine Phänomen als den durch Verschiedenheit in der Bewegung veränderten Ausdruck der Wirkung des andern. Nach SCHELLING ist Lichtstoff freier Wärmestoff, und Wärme gebundener Lichtstoff. WINTERL läfst das Licht auf Materien durch zwei relative Kräfte wirken, eignet ihm aber alle entgegengesetzten Eigenschaften der Materie zu; vergl. II. S.207. u. Heidelbergische Jahrb. d. Liter. f. Mathem. Phys. u. Kameralwissensch. III. Jahrg. 2s H. S. 79 ff. 1810. 8. u. II. S.228. dies. Grundr. Die Dynamiker betrachten das Licht als die Wirkung der Dehnkraft; vergl. ebend. I. Jahrg. 2s Hft. Anzeige von HILDEBRANDS dynam. Naturlehre. SCHEELE, (Abhandl. von Luft u. Feuer. Leipz. 1782. 75.) BERGMANN (a. a. O. S. 30), LEONHARDI (Anmerk. zu MACQUERS Wörterb.) WEIGEL (Grundr. d. reinen u. angew. Chemie. Greifsw. 1777. §. 1. ff.) MORGAN (Philos. Transact. of the royal society of London; Vol. L. XXV. 1785. I.) u. a. halten das Licht für chemisch zusammengesetzt. Ein Ungenannter hält Licht und Sauerstoff für identisch. (Journ. d. Erfind. Theorien u. Widersprüche, Gotha 1797. St. 23. 25. Widerlegt durch JUCH ebend. St. 26.), BARTELS (Grundlinien einer neuen Theorie der Chemie und der Physik. Hannover 1804. 25. ff.) hingegen glaubt sich berechtigt: Kohlenstoff für gebundenes Licht, und Licht für freien Kohlenstoff halten zu dürfen. HERMBSTÄDT läfst das Licht aus Wärmestoff und einem eigenen durch Anziehung damit gepaarten Stoffe (N. Allg. Journ. d. Chem. II. 13.), und TISSIER (Essai sur la Theorie des trois élemens, comparée aux élémens de la Chimie

pneumatique. Lyon An. 12. 1804 u. a. a. O. IV. 347.) aus einem „Acide élementaire primitif solaire“ dem Ursauerstoff und dem Phlogiston bestehen. de Luc (Idees sur la Meteorologie. Berl. 1787. I. §. 115—264.) und Marat (Decouvertes sur le feu, l'électricité et la lumière) halten das Licht nicht für ein an sich warmes, sondern die (angeblich in den Körpern enthaltene) elastische Wärmematerie (Fluide igné) bewegendes, und dadurch fühlbare Wärme bewirkendes Fluidum. Einige neuere Naturforscher schliessen sich der schon vom Verfasser der Genese (indem dieser die Erschaffung der Sonne und des Mondes vier Tage nach der Erschaffung des Lichtes setzt) berührten Meinung an, der zufolge in dem Lichte die ursprünglich cosmische Materie gegeben seyn soll, aus der durch eintretende Anziehungen nach und nach sich Körper und Welten bildeten, und in deren mehr ursprünglichen Zustand jeder Körper zurückzugehen strebt, in sofern er leuchtet; die Beurtheilung der verschiedenen Ansichten über die Natur des Lichtes, späterhin mündlich; einstweilen vergl. man noch die I. S. 9—10. 16. II. S. 67—74. und die bereits in dies. Cap. erwähnten Schriften; ferner Athan. Kircher, Ars magna luminis et umbrae. Edit. alter. Amstelod. 1671. Links Beitr. zur Chem. u. Phys. II. Rostock u. Leipz. 1796. J. Wagner Theorie des Lichtes u. der Wärme. Leipz. 1802. 8. Blackburns Theorie des Lichtes etc. in Tillochs Philos. Mag. Vol. VI. N. 24. Mai 1800; übers. in Bradley u. Willichs phys. med. Journ. für Deutschl. bearb. von Kühn S. 944. 1801. — Ueber die Identität des Lichtes u. der Wärme, in Richters: Ueber d. neuern Gegenst. St. 7, S. 65. A philosophical concerning light. By B. Higgins. Lond. 1776. 8. An essay on fire. By C. R. Hopson. Lond. 1781. 8. Commentatio de lucis in corpus humanum vivum praeter visum efficacia — auct. J. G. Ebermaier. Götting. 1794. 4. Vers.

einer Geschichte des Lichtes in Rücksicht seines Einflusses auf die gesammte Natur und auf den menschlichen Körper, ausser dem Gesichte, von J. C. EBERMAIER. Osnabrück 1799. 8. RODIGS Theorie d. Lichts für Chemie u. Physik. FISCHERS phys. Wörterb. III. 252. J. J. ENGEL: Vers. üb. d. Licht. Berlin 1800. 8. PLACIDUS HEINRICH Preisschrift: kommt das NEUTONsche oder EULERsche Syst. vom Lichte mit den neuesten Erfahrungen d. Phys. überein? In d. neuen philos. Abhandl. d. Baierischen Akad. d. Wissensch. V. Bd. Eine Vergleichung von NEUTONS, EULERS und GÖTHES Ansicht. findet man in m. Grundz. S. 306. Ueber DÖBEREINER's u. SERTÜRNER's Ansichten weiter unten Cap. X.

7) Körper die Licht entwickeln, nennen wir leuchtende Körper (Corpora lucida), die übrigen hingegen, in sofern sie nur mittelst des von jenen entwickelten Lichtes sichtbar werden, erhellte oder erleuchtete Körper (C. illuminata), Körper welche bei erhellter Umgebung zwischen dem sehenden Auge und einem Gegenstande gebracht, das Sehen dieses Gegenstandes hindern, heissen undurchsichtige Körper (C. opaca) solche hingegen welche unter gleichen Umständen das Sehen nicht hindern, durchsichtige oder transparente Körper (C. pellucida, diaphana, transparentia.)

8) Derjenige Theil der Physik, welcher sich mit der Untersuchung des Lichtes beschäftigt, heifst Photologie; derjenige Zweig dieser Wissenschaft, welcher das Licht nur als in geraden Linien sich verbreitendes zum Gegenstande hat, heifst die eigentliche Optik, der welcher die Zurückstralung des Lichtes untersucht, die Katoptrik, und der welcher die Phänomene der sog. Brechung desselben angiebt, die Dioptrik. Sonst bezeichnet man auch den mathematischen Theil der ges. Lehre durch Photometrie. — J. H. LAMBERT Photometria etc. Aug. Vindelic. 1760. 8. Vollständ. Lehrbegriff d. Optik n. d. Engl. d. ROB. SMITH m. Anm. u. Zus. v. A. G.

KÄSTNER. Altenb. 1755. 4. W. J. G. KARSTEN Lehrbegriff d. ges. Mathemat. VII. u. VIII. Th. Greifsw. 1775. 1777. Verbessert von K. B. MOLLWEIDE. Leipz. 1818. gr. 8. Grundlehren d. Photometrie v. K. C. LANGSDORF. I. u. II. Abthl. Erlangen. 1803. 1805. 8.

B) Von der Erregung und Fortpflanzung des Lichtes.

§. 155.

Alle des Selbstleuchtens fähige Materien entwickeln ihr Licht nur dann, wenn sie von aussen auf irgend eine Weise dazu bestimmt werden, und der Erfahrung gemäfs lassen sich diese bestimmenden Verhältnisse für die irdischen Substanzen auf folgende Hauptbedingungen zurückführen: 1) Erhitzuug, 2) heftige Reibung, Druck oder Stofs, 3) Entwickelung und Ausgleichung der Electricitäten, 4) heftige chemische Durchdringung, 5) Insolation oder Leuchten durch schon vorhandenes Licht, in sofern es auf mehr oder weniger ungefärbte Körper fällt, 6) organische Thätigkeit besonders des Auges. Selten oder nie ist in leuchtenden Körpern nur eine dieser Bedingungen für sich gegeben, sondern es kommen vielmehr deren stets mehrere zugleich vor, und greiffen oftmals so in einander ein, dafs es schwer hält, sie von einander zu unterscheiden, oder den Antheil der einen oder anderen ohnfehlbar festzusetzen.

BEMERK. 1) Jeder bis zu einem bestimmten Temperaturgrade erhitzte Körper wird leuchtend; man nennt dieses Leuchten das Glühen desselben, und unterscheidet das anfänglich nur im Dunkeln bemerkbare, verschiedene Nüancen durchlaufende Rothglühen,

als den geringsten Grad, und das **Weifsglühen** als den höchsten Grad. WEDGEWOODS Beob. zufolge (Philos. Transact. 1792. P. I. 28. ff. übers. in GRENS Journ. d. Phys. VII. 55. ff.) verbreiten sehr verschiedene Körper ein mehr oder minder gleiches (gewöhnlich rothes) Licht, wenn sie fein zertheilt, an einem dunkelen Orte, auf eine dicke eiserne oder erdene (aus der gebrannten Mischung von Thon und Sand verfertigte), bis unterhalb dem Rothglühen erhitzte Platte, gestreut werden. Die Erdarten und die Metalle entwickelten unter diesen Umständen, ein mehr weisses, Granit, reiner Kalk und Flufsspath ein blaues oder blaulichweisses Licht. Die Apatite und die Flufsspathe, unter den letzteren vorzüglich die grünen und violetten leuchten mäfsig erhitzt sehr stark, theils mit grünlichem, theils mit blaulichweissem Lichte, jedoch dürfen die letzteren nicht vollkommen geglüht werden, wenn sie dieses Phänomen öfters gewähren sollen. Wahrscheinlich ist das Leuchten der Flufsspathe zugleich durch Oxydation begründet? DELAMETHERIE sah erhitzte Neutralsalze; KEYSLER erhitztes Marienglas und RAZOUMOWSKY erhitzten Quarz leuchten. — Werden nach W. (a. a. O. VIII. 97—100) u. a. geschmolzenes Fett und ähnliche Substanzen, so wie auch Schwefelsäure bis zum Sieden erhitzt, und dann entweder für sich oder mit harten Körpern, Sand, Kiesel etc. heftig geschüttelt (also gerieben), so leuchten sie ebenfalls; wobei wahrscheinlich gleichzeitige Electricitätsentwickelungen Statt finden. Werden Demante, Zirkone, Bergkrystalle, Quarze, Amethyste, Feuersteine und Cocholonge (nach LICHTENBERG), verschiedene Kalkarten (nach SEWERGIN), Picnitte, rothe (SCHARFENBERGER) Blende, (nach HOFFMANN) Feldspathe, u. m. andere harte Fossilien aneinander gerieben, so leuchten sie, und zwar sowohl in der atmosphär. Luft, als auch unter dem Recipienten der Luftpumpe,

unter Wasser, Weingeist, Oehl u. a. Flüssigkeiten im Dunkeln sehr lebhaft. Die Kieselfossilien verbreiten dabei einen eigenthümlichen, dem brennenden Horne oder den electrischen Flüssigkeiten ähnelnden Geruch und zeigen in der Luft kleine schwarze Stellen einer zerstiebten Kieselerde). Das Phänomen scheint zum Theil electrisch. Auch gehört hieher das unter gleichen Umständen eintretende Leuchten des Glases nach HAWKSBEE und RAZOUMOWSKY, des Porzellans nach POTT, des krystallis. schwefelsauren Kali nach GIOBERT, des sublim. ätzenden salzsauren Merkur nach MACQUER, des milden salzs. Merkurs nach SCHEELE u. TROMMSDORFF, des Boraxes und der frisch geglühten reinen Talkerde nach TINGRY, des Zuckers etc. Vergl. CRELLS neueste Entdeck I. 79. Dessen Ann. 1799. II. 291. v. MOLLS Jahrbücher der Berg-und Hüttenkunde. III. 317. TROMMSDORFFS Journ. d. Pharmac. II. I. S. 61—64 Journ. de Phys. T. XXXVI. (Avr. 1790.) S. 256 u. GREN a. a. O. II. 437—446. KASTNERS Beiträge II. 227. Schlägt man (nach KIRWAN) Stahl und Stein unter Wasser zusammen, so schmelzen die entstehenden Funken die kleinen Stahltheilchen zwar auch (II. 237), aber ohne sie zu verbrennen. Mehr electrischen Ursprungs als durch Wärme hervorgebracht scheint das Licht zu seyn, welches FLETCHER (NICHOLSONS Journ. of Chemistr. ect. 1803. IV. 280) u. REMER (GILBERTS Annal. VIII. 336. u. XVII. 23.) und früher schon POLHEM (KASTNERS Beitr. II. 225) an einigen Windbüchsen sahen, wenn dieselben stark geladen abgeschossen wurden; vergl. auch WEBER in GILBERTS Annal. XI. 544. WOLF ebendas. XII. 609. MOLLET ebendas. XVIII. u. WOLF in VOIGTS Magaz. IV. 826. An grossen schwingenden Glas-und Metallscheiben konnte ich bis jetzt, mehrerer Vers. ohnerachtet, auch in der stärksten Dunkelheit, kein Leuchten wahrnehmen; über alle hieher gehörigen Phänomene belehrt am ausführlichsten P. HEINRICH

Phosphorescenz der Körper. etc. Vergl. m. Syst. d. Chem. S. 138 ff.

2) Ueber das electrische Licht vergl. Cap. V. u. VI.; über das die chemische Durchdringung begleitende Licht Cap. VII. vorzüglich S. 263. u. 316. ff. Ausser den a. a. O. erwähnten Beob. über die durch chemische Thätigkeit begründeten Lichtenwickelungen sind noch folgende besonders merkwürdig. Schwaches Leuchten bemerkt man am reinen frichgebrannten Kalke, wenn er im Dunkeln mit etwas Wasser befeuchtet wird; vollkommenes Glühen, an der frisch gebrannten reinen Talkerde, wenn sie in einer kleinen Porcellanschale mit etwas rauchender Nordhäuser Schwefelsäure begossen wird; etwas Aehnliches beim Betröpfeln des Aetzkalks mit rauchender Salpetersäure oder Schwefelsäure, bei der Erhitzung vom Schwefel mit Kupfer und einigen andern Metallen, vergl. m. Syst. d. Chemie. a. O. ff.; bei der starken Erhitzung leicht entzündlicher durch Kochen mit Kräutern oder Schwefel entbundener Oeldämpfe etc. Heinrich a. a. O.

3) Zu dem durch organische und organisch-chemische Thätigkeiten begründeten Leuchten gehört zum Theil das Leuchten verschiedener Thieraugen und das faulender Substanzen; vergl. Heinrich a. a. O. u. oben S. 230.; dafs das letztere kein blos chemisches Lichtentwickeln, und noch weniger ein blosses Verbrennen phosphorartiger Massen ist, beweifsen die theils schon a. a. O. bemerkten Beob. über leuchtende Thiere (z. B. d. Zündwürmer etc. denen untern andern auch der Vielfufs als sehr stark phosphorescirend beigezählt werden mufs), vorzüglich aber die Beob. eines Boyle, Carradori, Spallanzani, Tichsen, Gärtner u. Böckmann; über das Leuchten des faulen Holzes, welches im kalten ausgekochten (am besten mit Kochsalz oder Salpeter geschwängerten) und nicht ausgekochtem aber nicht in

heissem Wasser, schwächer in respirablen und irrespirablen Gasen, im Aether, Weingeiste und Oelen, aber nicht im Chlor-Gase fortleuchtet vrgl. auch P. HEINRICH a. a. O. An den faulenden leuchtenden Kartoffeln (deren Leuchten zufällig von Soldaten in einer Caserne zu Strasburg bemerkt wurde) sah man die phosphporescirenden Theilchen metallisch glänzen; war hier vielleicht eine Alkali reduziert? — Ueber das Leuchten des gasartigen Ausflusses der Blumen des Dictamnus albus und der Phytolacca decandra, vergl. TROMMSDORFFS J. d. Pharm. VII.

4.) Ueber die Leuchtsteine oder sogen. Lichtmagneten, vergl. HEINRICH a. a. O. u. m. Syst a. a. O. Schon DU FAY (1724.) bemerkte dafs einige Demanten, Smaragde u. a. Edelsteine, so wie die weissen erdigen, zuvor calcinirten Substanzen, im Dunkeln leuchten, wenn sie zuvor einige Minuten hindurch dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen waren. Früher noch bemerkte BENVENUTO CELLINI dasselbe am Karfunkel; vergl. GÖTHE's Biographie des CELLINI. Dasselbe beobachtete man späterhin an den meisten weissen Substanzen, besonders am Zucker, weissem Papiere und fast an allen weissen Fossilien. BECCARIA (in den Commen-Bonon. T. II. p. 2. S. 136 u. p. 3. S. 498) bediente sich zu dahin gehörenden Versuchen einer Art von doppeltem in einander gestecktem Cylinder, in welchen Licht einfiel, wenn man ihn aufdrehte, so dafs der darin befindliche Körper dem Sonnenlichte ausgesetzt ward. Wurde er jetzt wider zugedreht, so sah das, die ganze Zeit hindurch im Dunkeln gebliebene Auge, den sogen. Lichtmagnet leuchten. BECCARIA's Vorgeben, dafs jene Substanzen unter gefärbtem Glase der Sonne ausgesetzt, nachher im Dunkeln mit der Farbe des Glases leuchten, hat sich nicht bestätigt. Auch vergl. man noch: CAROL BENVENUTI Diss. physic. de lumine. Vindobon. 1761. SPAXLANZANI in LICHTENBERG Magaz. II. 48. IV. 42, V. 46. — Die Folge wird zeigen, dafs

das Weisse, dem farbenlosen Durchsichtigen rücksichtlich des Lichtwerthes nahe kömmt, und in sofern nannte ich das Leuchten weisser Körper, unter angeführten Umständen, ein Mitleuchten und betrachtete es als eine weitere Entwickelung dessen, was im Weifsseyn schon gegeben ist; vergl. KASTNERS Chemie. I. 268. BREWSTER hat neuerlich 60 Mineralien auf Phosphorescenz untersucht und gefunden:

1) dafs Phosphorescenz bei höherer Temperatur vielen Mineralien zukommt;
2) dafs dergleichen Mineralien entweder gefärbt oder unvollkommen durchsichtig sind;
3) dafs die Farbe solchen Lichtes nicht von der Farbe des Minerals abhängig ist;
4) dafs starke Hitze Phosphorescenz zerstört;
4) dafs Phosphorescenz durch Wärme verschieden sey von jener durch Reiben; und
6) dafs das phosphorische Licht an sich mit jedem andern Lichte in den Haupteigenschaften übereinstimmt; Ann. de Chim. et de Phys. Juill. Vergl. damit HEINRICH a. a. O. u. m. System d. Chem. a. a. O. Auch ergab sich aus BREWSTERS Versuchen über den Tabasheer (d. i. ein durch Vegetationskraft in einigen Bambusarten abgesondert erscheinendes Kieselerdehydrat) dafs derselbe auf heisses Eisen gestreut stärker leuchtet, als irgend eine der übrigen durch Erhitzung phosphorescirenden Substanzen; philosophic. TRANSACT 1819. II. 284.

5) MUSCHENBRÖKS Beob. dafs schwarzes Tuch, wenn es geschlagen werde, leuchte und ROBERTS ähnliche Bemerk. an stark gerüttelten Kohlen, bedürfen noch der Wiederholung; das unter diesen Umständen entwickelte Licht dürfte wahrscheinlich electrischen Ursprungs seyn. — Es ist sehr wahrscheinlich, dafs das Licht der Fixsterne und der Sonnenat-

mosphäre, theils electrisch, theils wirklich chemisch bedingt ist (vergl. oben I. S. 219. 228.)

6) Jedes sehende Auge besitzt ein bestimmtes Maas von Licht (oder hat einen bestimmten Lichtwerth); nur in sofern in seiner Umgebung (am Tage) dieses Maafs durch irgend einen leuchtenden Körper überschritten wird, wird derselbe überhaupt vom Auge als selbstleuchtender Körper wahrgenommen. Daher können leuchtende Gegenstände, die verhältnifsmässig geringeres Lichtmaas dem Auge zukommen lassen, als das der gewöhnlichen — zum deutlichen Sehen hinreichenden — Tages- oder sonstigen Helle, nur im Dunkeln als Licht verbreitende Objecte bemerkt werden. Daher werden auch schwach leuchtende Körper durch stark leuchtende für das Auge zu blofs erleuchteten gemacht: am Tage entschwinden die Gestirne unserem Auge, und der Phosphor etc. leuchtet in der Tageshelle nicht. Ferner, da es keinen absolut lichtlosen oder durchaus finsteren Körper giebt, sondern vielmehr von denen äusserst wenig Licht entwickelnden (oder vielmehr ein Licht von höchst geringer Intensität zurückstralenden) schwarzen Körpern, hinauf durch die gefärbten, weissen und durchsichtigen bis zu den leuchtenden, nur eine Stufenfolge zunehmender Lichtentwickelung nachweisungsfähig ist; so folgt, dafs in einer abfolut oder vollkommen finsteren (lichtlosen) Umgebung, wir unseren eignen Körper als den einzig, wiewohl sehr geringe leuchtenden Gegenstand erkennen und dadurch von der Umgebung sichtbarlich unterscheiden würden, falls übrigens unser Auge fähig wäre, seine Capicität für Licht zu ändern, ohne dadurch des Sehens gänzlich beraubt zu werden. Die Augen mehrerer, auf niederer Entwickelungsstufe stehenden Thiere scheinen eine sehr geringe Lichtcapacität zu besitzen, und daher schon bei äusserst unbedeutenden Lichtentwickelungen der in ihrer Umgebung vorhandenen Gegenstände, vollkommen zu sehen; Uebermaas

von Licht blendet; die meisten Insecten werden schon durch Flammenlicht, andere durch starkes Tageslicht geblendet; durchsichtiges Glas erscheint ihren Augen so erhellt und Licht entlassend, wie uns die Luft; sie unterscheiden es nicht mehr von anderen durchsichtigen Medien, so wie wir die Luft nicht sehen. Vergl. Kastner Ueber das Leben d. Dinge in den Studien II. u. dessen Chemie I. Bd. 178 u. ff.

§. 156.

Da wir jeden isolirten leuchtenden oder erleuchteten Punct, von allen Seiten her sehen können, und da die ununterbrochene Erhellung, welche das durch eine kleine Oeffnung in ein finsteres Zimmer fallende Licht in den hinter einander liegenden Luftmengen bewirkt, eine gerade Linie darstellt, so folgt, dafs sich das Licht (so wohl selbstleuchtender als erleuchteter Körperoberflächen), so lange es durch einerlei gleichförmige Substanz oder durch einen leeren Raum geht, von jedem sichtbaren Puncte nach allen Richtungen in geraden Linien ununterbrochen fortpflanzet. Wir können uns daher um jeden leuchtenden oder erleuchteten Punct eine leuchtende Sphäre von unbestimmter Grösse vorstellen, worin die Stärke (Intensität) der Lichtstralen (Radii lucis), oder die Erleuchtung in dem Verhältnifs abnimmt, in welchem das Quadrat der Entfernung vom leuchtenden Puncte zunimmt.

Bemerk. 1) Die gradlinige Lichtverbreitung gestattet die Möglichkeit des Visirens u. bei hinreichender Uebung, auch die Fertigkeit: dorthin die Gegenstände als existirend anzunehmen, wohin die Richtung des ins Auge gelangenden Lichtstrals weist. Nicht der ganze

leuchtende oder beleuchtete Körper ist uns sichtbar, sondern nur der uns zugewendete Theil seiner Oberfläche, welcher Lichtstralen (gedachte dünne Lichtcylinder) in unser Auge gelangen läfst, und hier die unmittelbare Erscheinung des Sehgegenstandes (Objectum visionis) gewährt, aus deren Beschaffenheit und Grösse wie auf die wirkliche Beschaffenheit des Körpers schliessen. Jene unmittelbare Erscheinung als Gesammteindruck der verschiedenen Lichtpuncte in dem Auge nennen wir ein Bild, und sprechen von dem Bilde eines Gegenstandes, wenn Lichtstralen in gleicher Ordnung ins Auge gelangen so als ob sie vom Gegenstande selbst kämen. Alle Bilder werden auf der Netzhaut dargestellt, und liegen in einer Fläche, woraus folgt, dafs unsere Fähigkeit, die Nähe oder Ferne und die übrige Lage der Objecte gleich beim Sehen zu bestimmen, erst durch Erfahrung (mit Hülfe des Tastens und unserer eigenen Bewegung zu den gesehenen Gegenständen) erworben wird. Daher erscheint plötzlich sehendgewordenen und Kindern anfänglich alles in gleicher Nähe oder Ferne. Der Eindruck den das Licht aufs Auge macht, dauert nicht unter 6 u. nicht über 30 Tertien. Es könnte daher das Licht auch unterbrochen zum Auge gelangen, ohne das wir ein dergleichen abfatzweises Einwirken des Lichtes zu bemerken vermöchten, und da das Licht in einer Zeitseknnde 960,000 000 Füss durcheilt, so könnte das ins Auge gelangende Lichttheilchen von dem nächst folgenden noch um 98880000 Fuss = 4120 Meilen entfernt sein, ohne dafs wir solches wahrzunehmen im Stande wären.

2) Die von einem sichtbaren Puncte ausgehenden Lichtstralen müsten auf eine Ebene oder in die Sehe unseres Augen fallend, dem obigen zufolge einen Stralenkegel bilden, dessen Spitze der sichtbare Punct und dessen Grundfläche die Ebene oder Sehe ist. Ohnerachtet nun das Bild sichtbarer Gegenstände im Auge gemacht wird, setzen wir dennoch die Gegenstände

selbst ausser uns, empfinden also nicht blofs den augenblicklichen Eindruck der angekommenen Stralen, sondern auch zugleich deren Einstralungsrichtung, und setzen hiernach den Gegenstand selbst, dessen Bild im Auge entworfen wurde, in solche Raumverhältnissen ausser uns, wie gemäss jenes Bildes die demselben zugehörigen Lichtstralen sie ergeben würden, wenn sie durch das Auge selbst keine Aenderung ihrer gegenseitigen Lagen erlitten hätten.

2) Dorthin wo die (vom Auge mit Bewufstseyn aufgefafsten) Lichtstralen der sichtbaren Gegenstände, rückwärts verfolgt in einem Puncte zusammen zu laufen scheinen, setzen wir den Gegenstand selbst; die Folge wird aber zeigen, dafs die Lichtstralen des Gegenstandes (durch Zurückstrahlung von ebenen und von gekrümmten Spiegeln, so wie durch Polarisirung, Beugung und Brechung), ohne sich in einer anderen Stelle zu vereinigen ins Auge gelangen können, so als ob sie aus einer von der Lage des Gegenstandes verschiedenen anderen Stelle kämen, und dann entsteht ein scheinbares (oder geometrisches) Bild des Gegenstandes. Werden hingegen (durch Zurückstrahlung oder durch Brechung u.s.w.) die von der Oberfläche des Gegenstandes ausgehenden Stralen wirklich, ehe sie ins Auge gelangen, in einer von der Lage des Gegenstandes verschiedenen Stelle vereinigt, so entsteht dadurch ein wirkliches (oder physisches) Bild des Gegenstandes. Aus beiderlei Veränderunden der Ordnung und des Lagenverhältnisses der Lichtstralen eines Gegenstandes, entspringen die äusserst häufigen mannichfaltigen optischen Erscheinungen, d.i. eine besondere Art von Vorspiegelung nicht vorhandener Gegenstände (optische Täuschung), deren Grund objectiv ist. Es giebt aber auch Gesichtsbetrüge (die eigentlich sog. optischen Täuschungen, Fallaciae opticae) deren Grund lediglich in uns selbst liegt oder subjectiv ist; dahin

gehören gewisse Vorstellungen von gesehenen Gegenständen, welche uns diese anders erscheinen lassen, als sie wirklich sind, weil wir aus Erfahrung und Gewohnheit gerade zu diesen Vorstellungen gebracht wurden, z. B. in Gemälden erscheinen uns die einzelnen Theile und Gegenstände in verschiedener Ferne und Tiefe, ohnerachtet sie sämmtlich als gleiche Flächen in einer Ebene liegen.

4) Bei jedem sichtbaren Gegenstande können wir uns ein Paar, von dem äussersten Ende desselben nach der Stelle des Auges gehende, gerade Linie denken; der von diesen eingeschlossene Winkel heifst der Sehwinkel (Angulus opticus), und so wie ein mathematischer Winkel um so grösser ist, je näher die Linie, nach deren Endpuncten seine Schenkel gehen, der Spitze liegt, und um so kleiner, je weiter diese Linie von der Spitze entfernt ist, so erscheinen uns auch die Gegegenstände um so grösser, je näher sie unseren Augen liegen, und um so kleiner, je weiter sie davon entfernt sind (so dafs dunkele Körper unkenntlich werden, wenn der Sehwinkel, unter dem sie erscheinen, kleiner als eine Minute ist). Jedes Auge hat für die Grösse des Sehwinkels gewisse, durch Versuche auszumittelnde Grenzen; zu kleine oder zu entfernte Gegenstände entschwinden dem Gesichte; jedoch werden leuchtende Gegenstände auch noch unter so kleinen Sehwinkeln wahrgenommen, unter denen opake unsichtbar werden. Die meisten Fixsterne erscheinen durch Fernröhre als leuchtende Puncte ohne scheinbaren Durchmesser. Nach Tob. Mayer (experimenta circa visus aciem in den Comment. Götting IV. 97.) ist der kleinste Sehwinkel eines dunkelen Fleckes auf weisser Grundfläche, im Durchschnitte = 34″. Nach Thom. Bugge (Anleit. zum Feldmessen. Altona 1728.) ist es bei sehr hellem Wetter und gutem Auge = 41″ bis 52″; hingegen bei trübem Wetter und schlechtem Gesichte öfters auf 2′. Ein Selbstleuchtendes

z. B. ein Fixstern erscheint uns in dunkeler Umgebnng als Lichtpunkt, wenn der seine Grenzen umspannende Sehwinkel kleiner als 40″ wird.

5) Von der Grösse des Sehwinkels hängt also die scheinbare Grösse (Magnitudo apparens) der Gegenstände ab. Die Linie Oo Fig. 18. sey die Länge oder die Breite einer gesehenen Fläche, der Punct D der Mittelpunct des Ortes (der Krystalllinse) im Auge, wo die Stralen zusammentreffen; so erscheint jene Linie unter dem Sehwinkel ODo, welcher von zwei geraden Linien eingeschlossen wird, die von den Endpuncten O o nach D gezogen werden. Gesetzt nun die Linie Oo sey rechtwinklich gegen die Augenaxe AD gerichtet, so erscheint die Linie OA unter dem Sehwinkel x, und ihre scheinbare Grösse bestimmt sich nach der wahren Grösse OA und und nach ihrer Entfernung AD vom Auge, und ist mithin das Verhältniſs der wahren Grösse jener Linie zu ihrer Entfernung vom Auge $\frac{OA}{AD}$, und nennen wir die wahre Grösse G und die Entfernung vom Auge E, so ist $\frac{OA}{AD} = \frac{G}{E}$. Setzen wir die Entfernung BD als Sinus totus, so ist jene scheinbare Grösse Tangente des Sehwinkels und die scheinbaren Grössen verhalten sich, wie die Tangenten der Sehwinkel. Sind mithin die Entfernungen zweier rechtwinklich gegen die Augenaxe gerichteten Linien vom Auge gleich, so verhalten sich ihre scheinbaren Grössen wie ihre wahren; und sind die wahren Grössen gleich, so verhalten sich ihre scheinbaren umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Auge (die Linie erscheint um so länger, je näher sie dem Auge ist; vergl. oben), und die scheinbaren Grös-

sen sind gleich, wenn die wahren Grössen sich verhalten wie die Entfernungen. — Die Sehne eines Kreises, erscheint jedem im Umkreise sich befindendan Auge, unter gleich grossem Sehwinkel. Was übrigens oben von OA als Linie über der Augenaxe gilt, läſst sich auch von dem Theile Ao unter der Augenaxe, und wenn die Linie wagerecht stände, auch von denen der Seite zuliegenden Theilen OA und Ao erweisen. Vergl. LANGSDORFF a. a. O. Bei sehr kleinen Sehwinkeln (die sich fast wie ihre Tangenten verhalten) setzt man bei optischen Berechnungen die Winkel für die Tangenten.

6) Durch Uebung im Ausmitteln der Grösse und Entfernung der Gegenstände, erlangt man nach und nach ein gewisses Augenmaas, d. i. die Fähigkeit bloſs durchs Sehen die Entfernung und Grösse der Gegenstände anzugeben, wobei jedoch sehr leicht Täuschungen möglich sind. (Ueber ROMERSHAUSEN's Diastimeter; dessen: das Diastimeter für das praktische Forstwesen etc. ZERBST 1818 8.) Da die Netzhaut nicht weit hinter der Krystalllinse des Auges liegt, so folgt von selbst, daſs jedes Bild im Auge sehr klein seyn muſs und daſs unser Urtheil über die Grösse des Gegenstandes nicht unmittelbar von der Grösse des Bildes bestimmt wird.

7) Um zu sehen richten wir stets beide Augenaxen nach dem einem Gegenstande, und empfinden so, beim Zusammentreffen der Augenaxen beider Augen ein und dasselbe Bild, an ein und derselben Stelle, welches erklärt warum wir mit zwei Augen die Gegenstände nicht doppelt sondern nur einfach sehen. Das Doppeltsehen tritt jedoch sehr leicht ein, wenn wir die Augen seitwärts oder auf und niederwärts verschieben. Richtet man beim Sehen beide Augenaxen nicht genau auf den Gegenstand, so schielt man. Uebrigens läſst sich auch schon aus dem Winkel den

beide Augenaxen mit einander machen, einigermaasen auf die Entfernung des Gegenstandes schliessen. Häufig schliessen wir auf die Entfernung eines Körpebs vom Auge, aus seiner scheinbaren Grösse, wenn uns seine wahre bekannt ist; oder auch aus der Stärke seiner Erleuchtung und vorzüglich aus der Deutlichkeit seiner einzelnen Theile. Erscheinen uns Flächen eines Körpers verschiedentlich beleuchtet, während andere mehr beschattet sind, so schliessen wir daraus, dafs die sämmtlichen Flächen nicht in einer Ebene, sondern unter grösseren und kleineren Winkeln von einander abweichend liegen. Benutzung dieser und der obigen Schlüsse in der Malerei. Optische Anamorphosen (in ungewöhnlicher Stellung anzuschauende Zeichnungen). — Scheinbares Zusammenlaufen von zwei parallelen Baumreihen. Zusammenhängendes Ansehen fern entlegener Wälder, Kornfelder etc. Scheinbare Grösse des aufgehenden und des schon hoch über dem Horizonte stehenden Mondes, etc.

3) Länge, Breite und (bei schiefer Stellung des Körpers) auch die Dicke, sehen wir unter verschiedenen Sehwinkeln, und schliessen hieraus, vereint mit dem aus der verschiedenen Deutlichkeit und Beleuchtung der Theile hergenommenen Urtheile, auf die Gestalt des Körpers. Eben so schliessen wir auch auf den Ort der sichtbaren Puncte des Körpers (und so mit auf den des Körpers selbst) indem wir die Entfernung des Körpers von anderen Körpern oder von uns selbst, unter gewissen Sehwinkeln sehen; wir erhalten dadurch aber nur den scheinbaren Ort, und sind sowohl hiebei als bei Bestimmung der Gestalt des Körpers, häufig optischen Täuschungen unterworfen. Ist z. B. die gerade Linie zwischen zwei sehr weit von einander entfernten Gegenständen, schief gegen die Augenaxe gerichtet, so scheinen die Gegenstände sehr nahe bei einander zu stehen. Die

scheinbar nebeneinander gelagerten Fixsterne der einzelnen Sternbilder, der Milchstrasse etc. vergl. I S. 231 ff Ueber Parallaxe vergl. a. a. O. S. 236 u. m. Grundzüge S. 160.

9) Gesetzt es sehen mehrere Personen durch eine kleine Oeffnung auf verschiedene Gegenstände, so ist klar, daſs die Lichtstralen der grossen Menge von Gegenständen ohne sich zu stören, durch die kleine Oeffnung passiren müssen, indem jedes Auge jene Gegenstäne deutlich sieht. Eben so erhält das Auge gleichzeitig gefärbte und farbenlose Strahlen aller Art, ohne daſs diese sich gegenseitig beim Eintritt ins Auge modificirten. Es verhält sich hiemit, fast wie mit dem gleichzeitigen Hören verschiedener Töne und Schalle. Das Licht verbreitet ſich nemlich im Raume, ohne ihn zu erfüllen u. kann daher auch sich selber nicht zum mechanischen Hindernifse werden. — T. Young's Allg. Gesetze — der Lichtvermischung; Gilberts Ann. XXXIX 262.

§. 157.

Die Geschwindigkeit mit der sich das Licht fortpflanzt, übertrifft diejenige aller übrigen Bewegungen, ist jedoch nicht unmeſsbar, wie man ehemals wähnte, sondern wie die neuere Astronomie lehrt, für sehr grosse Räume messungsfähig. Denen hieher gehörenden Beobachtungen gemäſs, bewegt sich das Licht durch den Raum der die Sonne von der Erde trennt (der dem mittleren Halbmesser der Erdbahn oder 23430 Erdhalbmessern gleich ist) in 8 Minuten 13,2 Secunden; mithin in jeder Minute fast durch 3000 Erdhalbmesser, und in jeder Secunde fast durch 50 Erdhalbmesser, (d. i. durch mehr als 40000 geogr. Meilen). Seine Geschwin-

digkeit übertrifft demnach die des Schalles beinahe 750000 mal, die einer Kanonenkugel mehr als anderthalb Millionenmal (vergl. I. S. 90), und verhält sich zu der, mit welcher die Erde um die Sonne läuft, wie 10313: 1; zu der mit welcher ein Punct des Erdäquators bei der Axendrehung der Erde bewegt wird, wie 653559: 1.

1) Diese Geschwindigkeit des Lichtes gilt jedoch nur für gleiche Medien; beim Uebertritt in ungleichartige Medien hingegen, wird es noch mehr beschleunigt werden müssen, Falls diese Medien auf dasselbe anziehend (herbeiziehend) wirken; S. weiter unten die Lehre von der Brechung des Lichtes.

2) Römer, ein dänischer Astronom, beobachtete mit Cassini in den Iahren 1671 — 1675 fleissig die Verfinsterungen der Iupitersmonde, und fand, dafs wenn Iupiter uns näher ist, jene Finsternisse früher, und wenn er von uns entfernter ist, später erfolgen, als es der Berechnung nach seyn sollte. R. folgerte hieraus, dafs sich das Licht mit Zeitaufwand fortbewege; eine Folgerung die der Einwürfe Cassini's und Moraldi's ohnerachtet, späterhin durch Huygens, Neuton und Bradley bestätigt wurde und zu den obigen Resultaten führte Bailly histoire d'astronomie moderne, II. 674. Besonders war es Bradley's Entdeckung der Aberration des Lichtes (Aberratio lucis, den 17. Decbr. 1724 und bestätigt im J. 1727 — Decbr. 1728), zu der er gelangte, indem er die Bewegung des Lichtes mit der Bewegung der Erde, nach der Theorie von der Zusammensetzung der Kräfte, verband, das meiste beitrug; m. Grundzüge S. 159 und 169.

3) Das Licht wird bey seinem Fortgange sowohl durch Absorbtion u. Reflexion trüber Materie, als vorzüg-

lich auch dadurch geschwächt, dafs es sich durch einen stets grösseren Raum nach allen Seiten verbreitet; vergl. vorig. §. Denken wir uns nämlich in der Spitze eines geometr. Kegels einen leuchtenden Punct, so ist die Basis des Kegels die erleuchtete Fläche; da nun diese Grundfläche, wenn sie noch einmal so weit von jener Spitze absteht, nothwendig viermal mehr Flächenraum hat, so folgt, dafs jeder Punct des auf diese viermal grössere Grundfläche verbreiteten Lichtes, nur den vierten Theil soviel Lichtmenge haben mufs, als bei der vorigen kleineren Basis, oder dafs diese entferntere Fläche viermal schwächer erleuchtet wird. Gr. Rumford (in den philosoph. Transact. übers. in Grens N. Journ. d. Phys. II. 15. ff.) hat dieses a priori abgeleitete Gesetz, mit Hülfe seines a. a. O. beschriebenen Photometers, durch Versuche bestätigt. Schätzt man indefs die Erleuchtung nach der Stärke des Glanzes, den der Beob. auf der erleuchteten Fläche wahrnimmt, so müssen die dabei zu nutzenden Flächen durchaus von gleicher Beschaffenheit seyn, weil verschiedene Körper das Licht auch verschieden und in ungleicher Menge zurückwerfen. So wirft z. B. Mars das Sonnenlicht minder vollkommen zurück als Jupiter und Venus; und wäre der Mond eine gleichartige feinpolirte Kugel, so würden wir ihn nach Kaestners Berechnung im Vollmonde nur als einen blitzenden Punct von 4 Secunden Durchmesser sehen. Mercur ist etwa 6 mal stärker, Venus noch einmal so stark als die Erde beleuchtet; beim Mars ist die Beleuchtung halb so stark als bei der Erde; beim Iupiter 1/27; beim Saturn 1/90; und beim Uranus 1/204. Die Beleuchtung des Vollmonds gegen die Erde ist nach Bouguer 3000000 mal, nach anderen 90000, und nach Euler 474000 mal schwächer als das directe Sonnenlicht. Vergl. I. S. 218 ff. Nach Huyghens müfsten Nachts über 764 Millionen

Fixsterne von der Grösse und mit dem Glanze des Sirius über dem Horizonte stehen, wenn es so hell als am Tage werden sollte.

4) Stellt man einen mit einem kleinen Loche versehenen Schirm, ungefähr 5 — 6 Schuh vor das Auge, während man hinter dem Schirme eine glühende Kohle vor dem Loche hin und her bewegen läfst, so wird man wähnen die Kohle ununterbrochen zu sehen; eben so sieht man einen feurigen Kreis, wenn man eine glühende Kohle schnell im Kreise herumdreht, während die Kohle die verschiedenen Stellen des scheinbaren Kreises doch nicht zugleich, sondern nur nach und nach einnimmt. Aus ähnlichen Beob. folgerte v. SEGNER (Progr. de raritate luminis, Götting. 1740. 4.), dafs der Eindruck des Lichtes auf der Netzhaut $^1/_2$ Secunde dauert; s. oben In feurigen (ursprünglich lichtreicheren u. Licht stärker reflectirenden) Augen ist der Eindruck vielleicht nur scheinbar dauernder als in matten, übrigens richtet sich seine Dauer nach der Stärke des Lichtglanzes; stark leuchtende Gegenstände bewirken anhaltenderen Eindruck als schwach leuchtende. Vergl. auch CANTON im 58 Bd. d. philos. Transact. S. 344

5) MITCHELL und andere haben (sehr unvollkommene) Versuche angestellt, um die Frage zu beantworten, ob das Licht (als bewegte Flüssigkeit gedacht) eine merkliche mechanische Gewalt ausübe? M. will nämlich mit dem in dem Brennpuncte eines Hohlspiegels gesammelten Lichte, ein Kupferblättchen bewegt haben, das an einer Klaviersaite, die mit einem Achathütchen auf einem Stifte im Gleichgewichte ruhete, befestigt war. Aus diesem Stosse und aus der bekannten Geschwindigkeit des Lichtes, berechnete nun M. dafs die innerhalb einer Secunde im Brennpuncte der 4 Quadratfufs haltenden Spiegelfläche gesammelte Lichtmenge ein Zwölfhundertmillionthеilchen eines Grans betrage. PRIESTLEYS Geschichte

der Optik I. Abschn. 3. Cap. und Gehler's Wörterb. Art Licht. Wahrscheinlich war diese Bewegung Folge der Erwärmung und des Rückstoſs ausübenden Aufschwellens der an dem Blättchen erhitzten Luft; ähnlich jenen Drehungen, welche ein kappenförmig gebogenes, auf einer senkrecht stehenden Metallspitze freischwebendes Kartenblättchen zeigt, wenn die Spitze, z. B. durch einen Stubenofen der ihr zur Unterlage dient, erhitzt wird; m. Grundzüge §. 52. Bem. 1. u. 2. §. 81. Bem. 2. Nach Thomson (dessen Syst. d. Chem. übers. von F. Wolff. Berlin 1805. I. S. 374.) würde, vermöge der groſsen Geschwindigkeit des stralenden Lichtes, schon ein Lichttheilchen von $\frac{1}{1000}$ Gran an Gewicht in seiner Gewaltsäusserung gröſser seyn, als die Kraft einer abgeschossenen Flintenkugel, und ein Milliontheilchen eines Grans würde noch alles zerschmettern, gegen das es anschlüge, ja selbst bei einem Billiontheilchen eines Grans würde es noch sehr merklichen Stoſs bewirken (nach Voigt sogar die Axendrehung der Erde zu unterhalten vermögen). Priestley zufolge ist das Licht in der Sonnenatmosphäre nur 45000 mal dichter (oder vielmehr ist dort seine Intensität um ebensovielmahl gröſser) als nach Anlangung zur Erde in der niederen Erdatmosphäre, und vorausgesetzt, daſs in einer Sekunde $\frac{1}{40000}$ eines Grans, also in einem Tage etwas über 2 Gran Licht von der Sonne ausstralte, so würde die Sonne innerhalb 6000 Jahren ohngefähr 4752000 Gran (= 618 bürgrl. Pfund und 24 Loth = 5 Centner 68 Pfd. und 24 Loth) verlohren haben.

6) Um die Intensität des aus verschiedenen Selbstleuchtenden entwickelten Lichtes zu messen, oder photometrisch zu bestimmen, pflegt man, gemäſs denen von Bouguer und Lambert befolgten Verfahren, die Erhellungen zu vergleichen, welche die Lichstralen der Leuchtenden gewähren, wenn sie nebeneinander, dieselbe Art von durchsichtigen Medien durchstralend, durch gleichgroſse Oeffnungen in ein dunkles Zimmer gegen eine weiſse Wand fallen. Die Intensitäten verhalten sich dann bei gleichstarker Wandbeleuchtung (Erhellung) wie die zweiten Potenzen der gemessenen Entfernungen der Leuchtenden von der Wand; s. oben §. 156. u. S. 415. Wird ein dunkler Körper von mehreren Seiten her beleuchtet, so wirft er jedem der Leuchtenden gegenüber einen besonderen Schatten (s. weiter unten) der um so dunkler ausfällt, je gröſser die Stärcke des Lichts ist, zu welchem er gehörte, und der um gleich dunkel zu seyn für ungleich stark leuchtende Körper, ungleiche Entfernungen derselben von dem dunkeln Körper nöthig macht. Rumford, ähnliche Versuche anstellend, prüfte dabei, mittelst seines Photometers, vorzüglich die ein und demselben Lichte begeg-

nende Intensitäts-Verminderung, welche es erleidet, wenn es bei gleichen Auffangsfernen durch verschieden geartete Mitte geht. Beim Durchgange des Lichtes durch eine Luftschicht von einigen Schuhen Tiefe, war die Intensitäts-Minderung nicht merklich, wurde hingegen bei Luftschichten von gröſserer Dicke allerdings merkbar. Das Licht einer Argand'schen Lampe verlohr, während seines Durchganges durch eine Tafel von gut poliertem, hellem und möglichst durchsichtigem Spiegelglase, im Verhältniſs von 0,8136 zu 1,0000 an Leuchtungsstärke (mithin giengen nur 0,8136 der auf der Glasfläche angelangten Lichtmenge wirklich hindurch) und nach einem Mittel aus mehreren dergleichen Versuchen, fand er den Lichtverlust = 0,1973. Vergl. die Beschreib. des Rumford'schen Apparats in Grens N. Journ. d. Phys. II. 15. Um z. B. dem Obigen gemäſs, die Leuchtstärken zweier brennenden Körper zu bestimmen, stellt man beide, einige Zoll von einander, gleich weit von einer gegenüberstehenden weiſsen Wand, und zwischen ihnen und der Wand einen kleinen dunklen Körper. Dieser wird zwei Schatten auf die Wand werfen, (deren Dunklungsunterschied sich am besten erkennen läſst, wenn der Körper so gestellt ist, daſs sie einander berühren), von denen jeder durch die zu dem andern gehörigen Flammen beleuchtet ist. Sind nun diese Beleuchtungen ungleich stark, so entfernt man die stärcker leuchtende, oder nähret die schwächere Flamme so lange, bis beider Beleuchtungen gleich stark ausfallen, und miſst nun die Entfernungen der Flammen von der Wand. Ist nun z. B. die eine der Flammen 4 mal so weit von der Wand als die andere entfernt, so ist ihre Lichtstärcke eine 16 mal gröſsere, als jene der näher befindlichen Flamme. — Fängt man dagegen mittelst zwei gleichen Thermometern (am besten mittelst solchen, deren Kugeln gleichmäſsig geschwärzt sind, und als solche, vermöge der Schwärze durch Licht stärcker erwärmt werden, als es im ungeschwärzten Zustande der Fall sein würde) oder prüft man die Wärmungsstärke mit einem und demselben Thermometer, bei verschiedenen Leuchtenden (unter übrigens gleichen Bedingungen; z. B. bei gleichen Abständen des Leuchtenden, gleichen Durchstralungsmedien und gleichen anfänglichen Temperaturen des Thermometers und dessen Umgebungen) so geben auch die in gleichen Zeiträumen erzeugten, erhöheten Thermometergrade (oder Wärmungsannahmen des Thermometers) die Unterschiede der Lichtstärken an. (Boeckmann's Vers. üb. die wärmende Kraft der Sonnenstralen, Gilbert's Ann. X. 359. können als Anleitung zu dergl. Bestimmungen benutzt werden.) Auch gehört hieher Leslie's Photometer; Gilbert's Ann. V. 245. Eine gekrümmte Glasröhre läuft am Ende in zwey hohle, gleich denen ihnen nahen Röhren-

theilen mit Luft (Wasserstoffgas) erfüllten Glaskugeln aus, von denen die eine entweder aus dunkelfarbigem Glase besteht, oder mit Rufs geschwärzt, die andere hingegen farblos ist. Der mittlere Raum der Röhre enthält eine gefärbte, bewegliche tropfbare Flüssigkeit, und von dem Ende, das zu der dunkelen Kugel gehört, geht eine 100 theilige Scale herab. Auch ist, um die Mittheilung äusserer Wärme zu verhüten und Abkühlung durch Luftzug zu verhindern, das ganze Werkzeug von einer gläsernen Kapsel umgeben, die von den Kugeln mindestens $\frac{1}{2}$ Zoll absteht, und sowohl dazu dient, den Lichtwärmungs-Unterschied heller und dunkeler Körper zu zeigen, als auch die Stärke des verschiedenen Leuchtenden entstralenden Lichtes nacheinander zu messen. Schon das von weifsen Wolken reflectirte Sonnenlicht setzt die dunkle Flüssigkeit, in Folge der Wärme-Ausdehnung des in der beleuchteten Kugel eingeschlossenen Gases, in Bewegung. Auf der oben bereits gedachten Schwächung des Lichtes durch die Beschaffenheit der durchsichtigen Medien z. B. dünner gefärbter Glasscheiben, oder geölter Papierstreifen, beruht das von Lampadius erfundene Photometer (vergl. Accum's pract. Abh. über das Gaslicht übers. von Lampadius. Weimar 1816. S. 31.) und v. Saussure's hieher gehörigen Werkzeuge; dessen Kyanometer (Grens Journ. d. Phys. VI. 93. und Gilberts Ann. V. 513.) und dessen Diaphanometer (zur Ausmittelung der Durchsichtigkeit der Erdatmosphäre, Gren's n. Journ. d. Phys. IV. 101. ff.). Lampadius mifst nämlich (mittelst seines auch als Pyrometer für die verschiedenen Grade der Gluth anwendbaren Photoskops) die Stärke des zu bestimmenden Lichtes durch die Schwächung, welche dasselbe erfährt, wenn es durchscheinende Körper durchstralt. Zu dem Ende werden gleichdicke Scheiben von Horn oder Beinglas, unmittelbar aufeinander folgend, in einer Röhre so aufgestellt, dafs man durch dieselben ein hinter dem (vom Auge abstehenden) Röhrenende um einige Schuh weit entferntes Licht zu sehen vermag; man setzt nun so viel Scheiben ein, bis das Licht nicht mehr gesehen wird. Wenn nun in nacheinander folgenden Versuchen, bei gleichen Abständen der Leuchtenden von der Röhre, für deren Licht ungleich viel Scheiben zur gänzlichen Verdunkelung erfordert werden, so giebt die Zahl der gebrauchten Scheiben das Verhältnifs der Lichtstärken. Die gröfste Intensität des Lichts ist dort gegeben, wo die meisten Scheiben erfordert wurden, um es verschwinden zu machen. Ueber die bei krystallinischen Durchsichtigen gegebene Abhängigkeit der Lichtabsorption von der Lage der Krystalltheile weiter unten; einstweilen vergl. m. Grundzüge S. 330.

7) Die Lichtstralen, welche von leuchtenden (sichtbaren) Gegenständen ausgehen und auf die Oberflächen anderer Körper fallen, wer-

den von diesen stets mehr oder weniger, jedoch nie gänzlich, zurückgeworfen. Bei gleicher Glätte, gleicher Flächengröfse und gleicher Gegenstellungs-Richtung der auffangenden Körper hängt die Intensität des zurückgeworfenen (gespiegelten) Lichtes von dem Maafse der Durchsichtigkeit und Dunkelheit der spiegelnden Körper ab. Der dunkelste (am meisten schwarze) Körper wirft es von der geringsten, der hellste undurchsichtige (am meisten weifse) von der gröfsten Intensität zurück. Bei den Durchsichtigen richtet sich (unter sonst gleichen Bedingungen) die Intensität des zurückgeworfenen Lichtes nicht nur nach der gröfseren oder geringeren Gefärbtheit (Farbensättigung), sondern vorzüglich auch nach dem Mehr oder Weniger der Dichte des Durchsichtigen; so dafs z. B. bei den Atmosphären der Weltkörper die Höhen der Dämmerung den Dichten derselben ensprechen; vergl. I. S. 215 und 225. Als nur Licht durchlassend und dasselbe nicht spiegelnd, betrachtet man den Weltäther oder die sog. Himmelsleere. Geschlieffene und mit undurchsichtiger Unterlage versehene, wasserklare Demanten, reines Merkur und Kalium spiegeln unter den irdischen Substanzen vielleicht am stärksten, werfen aber dennoch kaum $\frac{3}{4}$ des aufgefangenen Lichtes zurück. Ihnen dürften polirtes Silber, Palladium, Platin, Nickel, Stahl, Gold, Messing, Zinn, Kupfer, Zink, Wismuth, Bley etc. folgen. Bei lebenden Wesen, und unter diesen bei den Pflanzen, steht das Lichtverschluckungs- (und Bindungs-) Vermögen zugleich mit der Intensität ihrer Lebensprocesse in einem, noch näherer Bestimmung bedürfenden Verhältnifs; s. unten den letzt. Abschn. dieses Cap. Je mehr Licht eine Materie und je mehr gleichförmig sie es zurückwirft, um so stärker glänzt sie. Das Mehr des Lichts ist aber hier, wie bei den Selbstleuchtenden, nicht nur von der Menge des Lichts, die jedem einzelnen Oberflächenpunkte entstralt, sondern auch von der Menge dieser Punkte abhängig, und bei gleicher Entstralungsstärke der einzelnen Punkte wird jenes Leuchtende gegenstehende dunkele Körper am stärksten beleuchten, welches die gröfste Gegenfläche darbietet, und gebe es ein vollkommen durchsichtiges Selbstleuchtendes, so würde dessen Beleuchtungsstärke mit der Zunahme seines Volums im geraden Verhältnifs stehen. Uebrigens folgt schon aus dem Vorhergehenden, dafs das Licht eines leuchtenden Punktes um so stärker beleuchten mufs, je kürzer der Weg war, den es zu dem zu beleuchtenden Körper innerhalb eines (mehr oder weniger Licht absorbirenden) durchsichtigen Mediums zurücklegte. Steht daher z. B. der leuchtende Punkt in Z′ (Fig. 22) so wird dessen Lichtstärke für a gröfser seyn, als wenn er in einem Punkte des Bogens Z′ so stände, welcher mit a in derselben horizontalen Ebene (ohnfern b) läge; auch schon darum glänzen die auf- oder

untergehenden Sterne (desgleichen die Sonne und der Mond) merklich weniger, als wenn sie sich über den Horizont erhoben haben, und erscheinen uns am leuchtendsten, wenn wir sie im Zenith (oder nahe demselben) erblicken. Endlich scheint auch das Licht durch Vereinigung mit andern stralenden Potenzen, z. B. mit stralender Wärme, einer Minderung seiner Intensität zu unterliegen, und das stralende Wärmelicht und die stralende Lichtwärme (Gluth und Feuer) dürften weniger leuchten und weniger wärmen, als sie es würden, wenn jeder der Bestandtheile (das Licht und die Wärme) für sich gewirkt hätte; vergl. m. Grundzüge S. 348. Bem. 3. und m. Vergl. Uebersicht des Syst. der Chemi. S. 157. Wie sehr unser Urtheil über Gestalt und Lage der beleuchteten Gegenstände abhängig ist von der verschiedenen Stärke, mit welcher ihre Oberflächentheile das Licht rückstralen, bezeugt am meisten merklich die Malerei (s. oben S. 412) und unter deren Erzeugnissen am auffallendsten das Rundgemälde oder Panorama, d. i. ein kreisförmig ausgespanntes Gemälde einer Stadt oder einer Landschaft, welches von einer hinreichend erhöheten Stelle der Mitte des Kreises aus beschauet und von oben her, jedoch so beleuchtet wird, dafs das Auge des Zuschauers weder den obern Rand des Gemäldes noch die Licht einlassende Oeffnung wahrnimmt, und ausserdem auch den untern Rand nicht zu sehen vermag, Bedingungen, welche eines Theils durch die weitvorragende Bedachung des Schauplatzes, andern Theils durch das hinreichend weite Vorragen des den Schauplatz begrenzenden Geländers erfüllt werden. Karsten's Lehrbegriff der gesammt. Mathem. VII. Th. Lambert in Hindenburg's Archiv der reinen und angewandten Mathem. 9tes Heft.

8) Jeder sichtbare Gegenstand bedeckt eine Stelle seines (als wirkliche oder als eingebildete Gegenfläche annehmbaren) Hintergrundes. Diese Stelle nennt man den optischen Ort des Gegenstandes zum Unterschiede von dem scheinbaren Ort oben §. 156 Bemerk. 8 S. 410.) Aendert der Zuschauer seine Stellung gegen den Gegenstand, während dieser in der seinigen beharrt, so wird der optische Ort des Gegenstandes verändert werden. Die Entfernung zweier optischen Orte ein und desselben Gegenstandes giebt die Nebensicht oder Parallaxe des Gegenstandes, und die beiden geraden Linien, welche man aus den zu beiden optischen Orten gehörigen Beobachtungsorten so zu ziehen vermag, dafs sie einander in dem Gegenstande schneiden, schliefsen hinter dem Gegenstande in unveränderter Richtung fortgehend einen Winkel ein, der dem vordern Winkel derselben Linien gleich ist, und der parallactische Winkel genannt wird; vergl. I. S. 336. Bem. 9. Je weiter

sich der Gegenstand von dem Auge entfernt, um so kleiner wird dieser Winkel, so daſs er endlich unmeſsbar klein, d. i. = o ist; a. a. O. und S. 235. und 231.. In diesem Falle, so wie überhaupt, wenn die Entfernung des Gegenstandes von der durch ihn bedeckten Stelle seines Hintergrundes durchaus unbestimmbar ist, fällt der scheinbare Ort mit dem optischen Orte zusammen, und ist dann betrachtbar als der wahre Ort des Gegenstandes.

9) In einem Stralkegel, der von einem Punkte der Sonne auf eine Fläche der Erde fällt, welche 100 Meilen im Halbmesser hat, machen die äussersten Stralen erst einen Winkel von zwey Sekunden mit einander, mithin werden die durch Oeffnungen in unsere Zimmer fallenden, oder von den kleinen Flächen unserer optischen Werkzeuge aufgefangenen Sonnenstralen zu betrachten seyn, als sey der Winkel, den sie miteinander einschlieſsen = o, d. h. als liefen sie einander parallel.

10) Ueber die Einrichtung und den Nutzen des Heliostat und des von Gauss erfundenen Heliotrop mündlich.

C) Von der Spiegelung (Rückstralung, Rückwerfung) oder Reflexion, und von der Beugung, Diffraction oder Inflexion des Lichtes.

§. 158.

Vers. L II. Läſst man Sonnenstralen durch eine mäſsig groſse Oeffnung in ein vollkommen verfinstertes Zimmer fallen, so werden ſie bei ihrem Fortgange einen Theil der (mehr oder weniger Stauberfüllten, und diesem Theile nach sichtbaren) Zimmerluft in Form eines Cylinders, und die gegenüberstehende Wand in Form einer Kreisebene erleuchten; dasselbe wird an einem Planspiegel erfolgen wenn man den sog. Cylinder oder Lichtstral, bevor er die Wand erreichte, mittelst desselben, unter einem rechten Winkel auffängt; der Stral wird nemlich bei dieser Gegenstellung des Spiegels in sich selbst zurückgehen. Giebt man dagegen dem Spiegel eine schiefe Richtung, so

dafs das Strallicht unter einem schiefen Winkel auffällt, so wird es von der Stelle der Spiegelfläche aus, wo es einfiel, unter dem gleichen Winkel geradlinig zurückgeworfen werden, den der auffallende Stral mit dem Spiegel machte. (Vergl. I. S 122 — 123. ff. §. 44.) Der Punkt an des Spiegels Fläche, in welchem der Stral einfiel, heifst der Einfallspunkt (Punctum incidentiae), eine senkrecht darauf gezogene Linie Einfallsloth (Cathetus incidentiae), der einfallende Stral selbst, der Einfallsstral Radius incidens), der von ihm mit dem Einfallslothe gemachte Winkel, der Einfallswinkel (Angulus incidentiae); dagegen wird der von der zurückwerfenden Fläche Planum reflectens) zurückgehende Lichtstral der zurückgeworfene Stral (Rad. reflectus) und der von diesem mit dem Einfallslothe gemachte Winkel, der Zurückstralungswinkel (Ang reflexionis) genannt. Die obige Phänomene begründende Eigenschaft des Lichtes, von undurchsichtigen glatten Flächen (zum Theil) abgestossen und dadurch zurückgeworfen zu werden, nennt man die Zurückwerfung oder Zurückstralung des Lichtes (Reflexio lucis); und das allgemeine Gesetz derselben ist: dafs der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich ist. Der zurückgeworfene Stral liegt mit dem einfallenden Strale und dem Einfallslothe in einer und derselben Ebene, die Zurückstralungsebene (Plan. reflexionis) genannt.

1) Nach Neuton (Opt. L. II. P. 3. prop. 9.) wird der schiefauffallende Stral eigentlich nicht unter einem scharfen Winkel zurückge-

worfen, sondern vor der Berührung erst gekrümmt und so in die Gestalt einer mit der erhabenen Seite der Spiegelfläche zugekehrten Curve gebracht; welche jedoch als Weg der Reflexion in der äussersten Nähe der reflectirenden Fläche nicht gesehen werden kann. Neuton leitet dieses von ihm behauptete Krümmen des Lichtstrals von der angeblich über die Grenze der Spiegelfläche hinauswirkenden abstossenden Kraft der Spiegelsubstanz ab, irrt aber hierin zweifelsohne, Falls auch wirklich genaue Versuche eine der weiter unten bemerkten entsprechende Stralkrümmung darthun sollten. Denn nicht eine abstofsende, sondern eine anziehende und Licht ansammelnde Gewalt üben die Raumerfüllenden auf das zustralende Licht aus, und Krümmung des Strals könnte daher nur in dem äussersten, mehr oder minder durchsichtigen Theil der Spiegelfläche durch die Elasticität des angesammelten und zur Ruhe gebrachten Lichtes erfolgen. Wollte man hingegen mit Neuton und Boscowich annehmen, dafs die gröfsere Nähe des Lichtstrals die ursprünglich anziehende Kraft der Spiegelfläche in eine zurückstofsende verkehre (über hieher gehörige Versuche vergl. meine Einleitung in die neuere Chemie. S. 507 — 508.) und für diese Behauptung Neuton's und Boscowich's Versuche sprechen lassen (m. Einleit. a. a. O.) so steht dieser Annahme entgegen 1) dafs die Linien nicht anders auf die entgegengesetzte Seite fallen, als wenn sie durch das Unendliche gehen; (I. S. 99.) und 2) dafs in jenen Versuchen die den Glaslinsen, oder den elfenbeinernen Kugeln adhärirende Luft es war, welche auch durch den heftigsten Druck nicht weggeschoben wurde. Hildebrandt (Dynamische Naturlehre §. 542.) betrachtet das Licht als freie Dehnkraft (vergl. dagegen I. S. 74. dieses Grundr.) und läfst diese durch die (freie? nein, sondern in den Raumerfüllern stets gewältigte, d. i. gebundene) Dehnkraft der Spiegelfläche (ähnlich dem Abstofsen der gleichnamigen E.) so entgegenwirken, dafs jene Stralkrümmung daraus resultirt; vergl. indefs oben S. 434. §. 483. 501. des I. dieses Grund. Die Linie AB Fig. 18. bezeichne eine reflectirende ebene Fläche, z. B. eines gemeinen Spiegels (Speculum) und CD den unter einem rechten Winkel senkrecht einfallenden Stral; so wird dieser in sich selbst zurückgeworfen; gesetzt es komme aber statt des senkrechten Strals ein schief einfallender in der Richtung von OD auf der reflectirenden Ebene an, so wird dieser vor der Berührung, Neuton's Behauptung gemäfs, erst gekrümmt und dann, wenn er aus dem Wirkungskreise der Fläche getreten ist, nach der Tangente der Curve geradlinig, nach p zurückgeworfen. Das Einfallsloth CD bestimmt mit dem einfallenden Strale OD durch die drei Puncte O, D, C die Zurückstralungsebene, in welcher OD mit CD den Einfallswinkel x, und pD mit CD den Zurückstralungswinkel

y einschliefst. Die Kraft, welche den Stral OD zur Fläche AB treibt, läfst sich rücksichtlich ihrer Richtung zerlegen, in die der Fläche parallel gehende Kraft OC, und in die dem Einfallslothe parallel gehende Kraft OA. Da nun DC parallel ist mit OA und OC mit AD, so ist das Einfallsloth CD = OA; da OCDA ein Parrallelogramm ist, so ist AD = OC. Die Repulsion der Fläche AB wirkt von D aus nur dem senkrecht wirkenden Kränftheile des Lichtstrals entgegen, treibt ihn also in der Richtung DC = OA zurück; dieser Richtung zuwider bleibt aber der der Ebene AD parallel wirkende Krafttheil des Lichtstrals, als solcher gegeben, und bestimmt dadurch jene mittlere Richtung Dp, welche als Diagonale des (aus den Linien DC und DB und dem Winkel CDB zu construirenden) Parallelogramms CDBp, den Weg des reflectirten Strals anzeigt. Da nun beide Parallelogramme einander gleich sind, so sind es auch die Dreiecke OCD und pCD, mithin der Winkel y dem Winkel x, und wie auf gleiche Weise erhellet, auch der Winkel z dem Winkel v, welche Winkel von den Stralen mit der reflectirenden Ebene gemacht werden. Wenn auch das zuerst auffallende Licht gegen das nachkommende abstofsend (s. weiter unten) wird, so wird doch in jedem Falle das erste Licht zur Spiegelfläche gelangen. Wenn daher eine Krümmung des Strals vor dem Spiegel statt hat, so kann sie nur durch eine Gewalt bewirkt werden, welche innerhalb der Oberflächentheile des Spiegels selbst statt hat; wie dann auch das Licht stets mehr oder weniger tief in die Spiegelsubstanz eindringt, und durch dieselbe um ein geringes gefärbt zurückkehrt (s. weiter unten).

2) Die Linie AB bezeichne ferner einen senkrecht stehenden ebenen Spiegel, so wird dieser dem vorhergehenden zufolge, alle von dem Gegenstande O kommenden Stralen so zurückwerfen, dafs es dem vor dem Spiegel sich befindendem Auge scheint (s. §. 156. Bem. 2), als ob sie von einem Punkte o (der scheinbar soweit hinter dem Spiegel liegt, als O davor liegt) hinter dem Spiegel kämen. Statt mehrerer Stralen des Gegenstandes O ist hier nur der Gang eines Strales durch die Linie OD und eines anderen durch die Linie OA angezeigt; der zurückgeworfene Stral Dp scheint von o zu kommen, und der scheinbare Ort des Punctes o liegt dort, wo der hinter dem Spiegel verlängert gedachte Stral Dp den senkrechten verlängert gedachten Oo in o schneidet. Es sind dem Obigen gemäfs die Winkel z = v, und als Verticalwinkel u = z, mithin auch u = v. In beiden Dreiecken (OvA und ouA) sind die rechten Winkel gleich, und auch u = v, und beiden Dreiecken ist die Seite AD gemein, mithin sind beide gleich und AO = Ao. Das hierdurch entstehende scheinbare Bild (765) in o ist ein katoptri-

sches Bild, und erscheint dem wirklichen Gegenstande gleich, indem die der ebenen Spiegelfläche auffallenden Stralen, denselben Parallelismus, dieselbe Convergenz oder Divergenz bei der Zurückstralung behalten, welche sie zuvor als einfallende Stralen hatten. (Uebrigens spiegelt jedes hinreichend dichte Durchsichtige, wenn es einen dunkeln Hintergrund hat.)

3) Ist die scharfrandige Oeffnung des finstern Zimmers obigen Versuches hinreichend eng, so vermindert sich der Parallelismus der durchfallenden Stralen merklich, und man erhält an der gegenüberstehenden Wand eine beleuchtete Kreisebene von einem Durchmesser, der merklich gröſser ist, als jener der Oeffnung, so wie dann auch die conische Form des Stralenbündels unverkennbar ist. Der Grund davon ist gröſstentheils in der von den Seiten her wirkenden Anziehung der Masse und Ansammlung des Lichts innerhalb ihrer wahren Oberfläche gegeben (s. weiter unten). Fängt man das Licht in der Nähe der Oeffnung auf, so hat die beleuchtete Fläche einen Umriſs, welcher jenem der Oeffnung ähnelt; je weiter man hingegen die auffangende Wand von der Oeffnung entfernt, um so mehr rundet sich die beleuchtete Fläche; lediglich, weil die Sonne nicht ein beleuchtender Punkt ist, (denn wenn sie dieses wäre, so würde die beleuchtete Fläche — mit zunehmender Entfernung gröſser werdend — stets die Figur der Oeffnung beibehalten) sondern aus zahllosen Punkten Stralenpyramiden zur Oeffnung sendet, deren Grundfläche hinter derselben (im finstern Zimmer) auseinandertreten und die Grundfläche jener Lichtpyramide kreisförmig umlagern, welche aus dem Mittelpunkte der Sonne kommt. Eben so bilden die vom Planspiegel zurückgeworfenen Sonnenstrahlen nur in der Spiegelnähe ein dem Spiegel ähnelndes Bild; hingegen in groſser Entfernung aufgefangen stets eine kreisrunde beleuchtete Fläche, gleichgültig wie auch der Umriſs des Spiegels von dieser Figur abwich.

4) Im vertikalen Planspiegel haben die scheinbaren Bilder eine der Lage der Gegenstände selbst ähnliche Lage gegen die Horizontalebene (auf die wir alle Lagen der Körper zu beziehen gewohnt sind); im horizontalen Spiegel erscheinen aufrecht stehende Gegenstände verkehrt (der Wasserspiegel), in einem unter einem Winkel von 45° gegen die Horizontalebene geneigten Spiegel sieht man liegende Gegenstände aufrecht (Stellung des Planspiegels im Perspectivkasten oder der sog. Optik, scheinbares Hinaufrollen einer horizontal fortgerollten Kugel) und stehende liegend (Stellung des Spiegels in der Camera clara). Je näher das Auge dem Spiegel rückt, um so kleiner kann der Spiegel seyn, um das Bild des Gegenstandes zu entwerfen; ein

Planspiegel in welchem der Mensch sich ganz sehen soll, braucht nur halb so lang und halb so breit zu seyn, als der Mensch selbst ist. RUMFORD's Untersuchung zufolge ist der Lichtverlust bei einem sehr guten gläsernen Planspiegel = 0, 9434 und der eines gewöhnlichen Spiegels = 6, 4816 des auffallenden Lichtes.

5) Fängt man die von einem Spiegel zurückgeworfenen Stralen mit einem andern Spiegel auf, so wirft dieser sie aufs Neue zurück; wodurch die Bilder vervielfältigt werden. Geht der gegenseitige Neigungswinkel zwey ebener Spiegel über 180° hinaus, so werden die Bilder zweyer vor ihnen befindlicher Gegenstände in eins zusammenfallen; ist der Neigungswinkel hingegen kleiner als 180°, so tritt eine Vervielfältigung der Bilder ein, deren Zahl, wenn der Neigungswinkel $= \varphi$, gleich $\frac{360^\circ}{\varphi} - 1$ ist, oder sie erscheinen so oft weniger 1, als der Winkel, den die Spiegel miteinander machen, in 360° enthalten ist. Hieher gehört das Erscheinen einer Kreislinie im Winkelspiegel, während man nur einen Theil derselben dazwischen gelegt hat; die ins Unendliche gehende Vervielfältigung parallel gegeneinandergestellter Spiegel, deren sichtbare Bildermenge jedoch eine endliche wird, weil die Intensität des Lichts der entfernteren Bilder für unser Auge sehr bald = 0 ist. Die Spiegelkästen und Spiegelzimmer, der Operngucker, das Zauberperspectiv und das Kaleidoskop (Schöngucker, Schönbildschauer von σκοπεω und καλον ειδος oder Prachtschaurohr) welches BREWSTER in der Mitte des Jahrs 1817 wieder erfunden und verbessert hat, nachdem es bereits 1710 in New Improvements of Planting and Gardening by RICHARD BRADLEY beschrieben und vieleicht noch früher in einigen Schulen Deutschlands z. B. in Cöln a. R. als Winkelspiegel im Gebrauch gewesen seyn soll. Die mannichfaltigen Gestalten der Figuren erscheinen ihren Farbentheilen nach immer symmetrisch, wenn der Winkel der reflectirenden Spiegel ein aliquoter Theil eines Kreises ist, und am gefälligsten treten sie hervor, wenn jener Winkel den 8ten, 10ten oder 12ten Theil (45°, 36°, 30°,) des Kreises beträgt. Zu den Spiegeln dienen zweckmäfsig auf der Rückseite geschwärzte oder mattgeschliffene Spiegelgläser, am besten gehörig polierte Metallplatten, und richtet man das Instrument so ein, dafs die Veränderung des Neigungswinkels der Spiegel dem Beschauer nach Belieben überlassen bleibt, so gewähren die Bilder die gröfste Mannichfaltigkeit, jedoch stets mit Beibehaltung der sternförmigen Gestalt. Diese ist indefs abänderungsfähig durch veränderte Spiegelstellung (z. B. erhält man ein gradliniges Bild, wenn man beide

Spiegel parallel gegeneinander stellt) und durch Vermehrung der Spiegel. Statt der Objectenkapsel (mit gefärbten Glasstücken etc. etc.) kann man auch ausser dem Rohre befindliche Gegenstände aller Art zu den mannichfaltigsten Bildern symmetrisch vereinen, wenn man ein weiteres Rohr mit einer biconvexen Glaslinse (s. weiter unten) oder zwey dergleichen ineinander schiebbare Rohre mit zwei Linsen dergestalt zur Aufnahme des Kaleidoskops bestimmt, dafs die Linsen vor den Spiegeln in einer Abstandsferne vor der Oeffnung des Kaleidoskops zu stehen kommen, welche die Brennweite der Linse übertrifft, und beliebig verändert werden kann. Ueber Bauer's vor 23 Jahren erfundenes sog. Stralenkästlein (oder Stralenpyramide) und Höschel's 1816 erfundenes ebenfalls hieher gehöriges katoptrisches Prisma, vergl. Das Kaleidoskop, eine baiersche Erfindung etc. von J. C. v. Yelin. München 1818. 8. Das Zauberperspectiv und Polemoskop zeigt eigentlich nur jene Bilderversetzung, welche eintritt, wenn das Bild, bevor es ins Auge gelangt, durch einen 2ten, 3ten, etc. Spiegel aufgefangen wird.

6) Zwey einander genau parallele Spiegelflächen ein und desselben Durchsichtigen (z. B. die Unter- und Oberfläche eines vollkommen ebenen, überall gleich dicken Glases) geben Bilder, welche bei gleicher Richtung ihre gegenseitige Entfernung genau beibehalten; man kann daher (nach Fischer, Bode's astron. Jahrb. 1815. S. 224.) mittelst Spiegelung den angeblichen Parallelismus beider Flächen prüfen.

7) Wiewohl alle ebenen Spiegel den Parallelismus (so wie die Divergenz oder Convergenz) der einfallenden parallelen (der divergenten und der convergenten) Stralen bei der Rückstralung unverändert lassen, so können sie doch in eine solche Stellung gebracht werden, dafs sie z. B. gegen mehrere dergleichen Spiegel einfallendes Sonnenlicht einem gemeinschaftlichen Brennraume zuwerfen und so als Brennspiegel wirkend in diesem Raume ein physisches Bild der Sonne entwerfen. Diese Stellung der Spiegel ist gegeben, wenn die zur Seite eines mittelsten ebenen Spiegels befindlichen übrigen Planspiegel diesem zuneigen, und Anthemius, A. Kircher, Buffon und Dipuy zeigten die Möglichkeit mittelst solcher Stellung einer hinreichend grossen Zahl von (auf der Hohlfläche eines Kugelsegmets befestigten) Planspiegel, auf 300 bis 400 Fufs Weite zu zünden. Mem. de l'acad. r. des sc. 1747. Van Capelle (dessen Unters. üb. Archimed's Brennspiegel; Gilbert's Ann. L. III. 242. f.) bewies dasselbe hinsichtlich der von Archimedes (dem einstimmigen Zeugnifs vieler Schriftsteller zu-

folge) ausgeführten Anzündung jener römischen Flotte, welche von Marcellus befehligt, in einer Ferne von (Anthemius und Tzetze's Bericht gemäfs) 150 bis 200 Fufs (Pfeilschufs-Weite) Syracus belagerte. (Syracus hatte zwey Häfen, die durch die Insel Ortygia getrennt und der grofse und kleine Hafen genannt wurden. Der erstere lag südwestlich von dieser Insel und hatte einen sehr grofsen — nach Strabo 80 Stadien, nach Brydone 6 Meilen betragenden — Umfang, der andere lag an der Nordostseite und war von nur geringer Ausdehnung. An diesen grenzte jener Theil der Stadt, welcher Achradina genannt wurde und sich nordöstlich längs dem Ufer des Meeres hin erstreckte. Der Eingang des grofsen Hafens war sehr eng und gut befestigt, und einer feindlichen Flotte es daher so ziemlich unmöglich, hier einzudringen. Viel leichter liefs sich der kleine Hafen angreifen, der weniger befestigt war, und neben welchem die Mauern von dem Meere bespühlt wurden. Nach Livius — Lib. XXIV. Cap. 33. — haben die römischen Schiffe wirklich die Stadt von dieser Seite angegriffen; sie konnten deshalb bis unter die Mauern herankommen. A. Kircher hat mit seinem Shüler Schott den Platz aufgenommen und gezeigt, dafs die Ruderschiffe des Marcellus nicht weiter als 30 Schritt von Archimedes können entfernt gewesen seyn. Noch zeigt man zu Syracus den Thurm, wo Archimedes seine Spiegel soll aufgestellt gehabt haben.)

8) die gewöhnlichen Spiegel sind zu wissenschaftlichen Untersuchungen untauglich, da sie doppelte Bilder machen, nämlich eines vermöge der Oberfläche des Amalgams (626), und eines durch die Vorderfläche des durch das Amalgam undurchsichtig gemachten (übrigens reinen, klaren, gleich dicken und möglichst glatt geschliffenen) Spiegelglases. Ueber die Composition der zu optischen und astronomischen Untersuchungen einzig brauchbaren Metallspiegel, vergl. S. 217 Edwards Anweisung, wie die beste Composition zu den Metallspiegeln der Teleskope zu machen etc., Gilberts Annal. XII. 167. Rochon setzt der zu Spiegeln vorzüglich empfehlungswerthen Platina, zur leichtern Schmelzung und Giefsung derselben, $\frac{1}{8}$ der gewöhnlichen aus 32 Theilen Kupfer, 15 bis 16 Theilen Zinn, 1 Theil Messing und 1 Theil Arsenik bestehenden Metallspiegelmasse zu, vergl. Hildebrants Encyclopädie der Chemie 13tes Heft §. 118., und Mudge stellte eine dergleichen Masse aus 2 Pfund Kupfer und $14\frac{1}{2}$ Unzen Zinn dar. Das Kupfer wird zuerst geschmolzen, hierauf das Zinn zugesetzt, die Schlakken abgeschäumt, und das Gemisch mehrmals umgeschmolzen; vieleicht lassen sich verplatinte wohlfeilere Metalle zu gleichem Zwecke anwenden? Grofse Hohlspiegegel verfertigt man häufig aus gebrann-

tem Gypse, dessen hohle, möglichst geglättete Oberfläche mit Blattsilber oder Blattgold überzogen wird; gewöhnliche Hohlspiegel werden auch wohl aus Messing oder Messingblech, oder aus englischem Weifsblech, oder aus Zinn verfertigt; die sogen. Lampenscheine. (Vergoldete, verplatinte oder verzinnte gufseiserne Spiegel würden vieleicht am wohlfeilsten und zweckmäfsigsten seyn? d. Gewerbfr.) Die Erfindung der Metallspiegel ist sehr alt; die der gewöhnlichen Stubenspiegel neuerer Zeit. Nothwendigkeit einer guten Politur der Spiegel. Auch metallene Spiegel ändern die Farbe des einfallenden und reflectirten Lichtes; jedoch um so weniger, je mehr ihre eigene Farbe sich dem Weifs nähert.

§. 159.

Sofern man die Elemente einer krummen Fläche, als aus unendlich kleinen geraden Flächen bestehend ansieht, deren je zwey einen Winkel einschliefsen und sofern ein Lichtstral nur auf einen Punkt fällt, lassen sich auch aus dem allgemeinen Gesetze der Zurückstralung des Lichtes diejenigen Fälle bestimmen, wo die Lichtstralen von gekrümmten, hohlen oder erhabenen kugligen, parabolischen, elliptischen, hyperbolischen Spiegeln reflectirt werden.

1) Der Kugelschnitt ADB Fig. 19 sey der Durchschnitt eines (mit seiner innern Fläche spiegelnden) kugligen Hohlspiegels (Speculum concavum sphaericum); der Halbmesser CD der denkbaren Kugel, von welcher der Durchschnitt des Spiegels ein Segment ist, ist zugleich der Halbmesser des Hohlspiegels, und die Sehne AB seine (fälschlich auch wohl der Durchmesser des Spiegels genannte) Breite. Der Einfallswinkel wird durch den einfallenden Stral und den Halbmesser bestimmt, indem das Einfallsloth an jeder Spiegelstelle durch den dazu gehörenden Halbmesser (der wie jeder Halbmesser einer Kugel senkrecht auf der Kugelfläche steht) gegeben ist. Die durch die Mitte des Spiegels D und durch den Mittelpunkt der Kugel C gehende gerade Linie DC, heifst die Axe des Spiegels. Die mit der Axe parallel (in möglichster Nähe derselben) auffallenden Stralen ei und gk, werden so zurückgeworfen, dafs sie die Axe und sich selbst in einem Punkte F vor dem Spiegel schneiden, den man den Hauptbrenn-

punkt (Focus principalis), und dessen Entfernung DF vom Spiegel, welche die Hälfte des Halbmessers DC beträgt, die Brennweite (Distantia focalis) nennt. Stralen Fi und Fk, welche aus dem Brennpunkte F auffallen, werden so zurückgeworfen, dafs sie mit der Axe parallel zurück gehen; mithin das zurückgeworfene Licht dadurch in sehr beträchtliche Ferne ungeschwächt fortpflanzen. Stralen, welche nicht parallel der Axe, sondern von derselben ablenkend, von einem jenseits C in endlicher Enfernung liegenden Punkte divergirend einfallen, werden so zurückgeworfen, dafs sie die Axe in einem Punkte f zwischen C und F schneiden; und kommen die Stralen aus C selbst als divergirende auf der Spiegelfläche an, so werden sie wieder nach C zurückgeworfen. Sind die parallel einfallenden Stralen um mehrere Grade (eines gröfsten Kreifes der Kugel, wovon der Spiegel ein Abschnitt ist) von der Axe entfernt, so werden sie bei der Zurückwerfung näher nach D zu (und zwar je gröfser jene Entfernung war, um so näher) vereint. Aber auch schon bei einem Hohlspiegel, dessen Bogen ADB weniger Grade fafste, als derjenige der angezogenen Fig., würden parallel auffallende Stralen bei ihrer Zurückwerfung nicht genau in F, sondern in einem Längenraum die Axe schneiden, der sich von F bis zu irgend einem zwischen F und D denkbaren Punkte erstreckt; da nun dieser Fall bei jedem kugligen Hohlspiegel eintritt, so sieht man leicht ein, dafs man bei Versuchen es nicht mit einem Brennpunkte, sondern mit einem Brennraume zu thun hat; gewöhnlich werden die von Hohlspiegel reflectirten Stralen eines wirklichen Gegenstandes, so zurückgeworfen, dafs die entstehenden Brennpunkte eine (oder einige) krumme Brennlinie bilden. Die Stralen der Sonne, der Sterne und des Mondes, so wie überhaupt alle aus einem sehr weit entlegenen Punkte kommenden Lichtstralen, werden als parallel laufend betrachtet (S. 422) alle Stralen hingegen, die von leuchtenden Körpern in der Erdnähe oder auf der Erde selbst ausgehen, sind stets mehr oder weniger merklich divergirend (auseinanderfahrend). Fallen parallele Stralen in schiefer Richtung auf den Hohlspiegel, so dafs sie nicht der Axe parallel gehen, so werden sie bei der Reflexion in einem Punkte vereinigt, welcher in der Gegend des Brennpunktes, aber auf der ihrem Ausgangspunkte entgegengesetzten Seite der Axe liegt. Kommen die einfallenden Stralen aus einem Punkte y (Fig 20), welcher zwischen dem Brennpunkte F und der Spiegelfläche d des Spiegels a b d liegt, so gehen sie divergirend zurük. Gelangen die Stralen aus x zur Spiegelfläche, so schneiden sie bei der Rückstralung die Axe jenseits des Mittelpunktes C in z. Bei Berechnung der Stralen setzt man voraus, dafs die Winkel nur klein sind, und nimmt daher statt ihrer

Sinusse oder Tangenten, die Verhältnisse der Winkel selbst. Convergirend auffallende Stralen werden als mehr convergirend zurückgeworfen. Nennt man die Entfernung des stralenden Punkts von der reflectirenden Fläche des kugligen Hohlspiegels d, so ist stets die Entfernung des Vereinigungspunktes der darauf fallenden Stralen nach der Rückstralung von der Fläche $x = \frac{dr}{2d - r}$. Vergl. Grens Naturl. 6te Ausg. §. 673. S. 390. Stellt die hohle Fläche einen Abschnitt der Oberfläche eines Ellipsoids dar, und steht der stralende Punkt in dem einen Brennpunkte dieser elliptischen Krümmung, so werden die divergirenden Stralen sämmtlich nach dem andern Brennpunkte der Ellipse zurückgeworfen; vergl. I. 28. Fig. 1. Ein parabolischer Hohlspiegel wirft die parallel seiner Axe auffallenden Stralen so zurück, daſs sie genau im Brennpunkte der Parabel gesammelt werden. Die aus diesem Brennpuncte auf die Fläche gehenden divergirenden Stralen werden durch Reflexion zu parallelen. Vorzüge der (sehr schwierig genau zu schleifenden) parabolischen Hohlspiegel vor den sphärischen; Herschel's und Schröters Teleskope mit dergl. Spiegeln. Voigts Mag. V. 72. Benutzung der parabolischen Spiegel zur Gassenbeleuchtung, zur Beleuchtung langer Säulengänge, zur Reflexion des Lichtes der Leuchtthürme etc. Gewerbsfr- III. v. Tschirnhausen's in Dresden befindlicher groſser Brennspiegel (Act. erud. Lips. 1687 p. 52) besteht aus einer getriebenen Kupferplatte, hat 3 Leipziger Ellen Durchmesser und 2 Ellen Brennweite; Brennspiegel, welche die Gestalt einer Zone eines hohlen gleichseitigen Kegels haben; Widder: de peculiari speculorum causticorum genere; in den Actis academic. Theod. Palatinae IV. Physic. p. 385. u. m. Grundzüge S. 275. Benutzung derselben zur Minderung der Divergenz des Vorderlichts einer Lampe, welche ihr hinteres Licht einem sphärischen Hohlspiegel zuwirft. a. a. O.

2) Sofern die vom Hohlspiegel reflectirten Stralen sich vor ihm vereinigen (siehe oben), erfolgt auch die Darstellung eines physischen oder sog. Luftbildes. Fängt man die Sonnenstralen mittelst eines kugligen Hohlspiegels auf, so erscheint das Bild der Sonne im Brennpunkte des Spiegels. Wird das Bild eines Gegenstandes nicht genau im Brennpunkte sondern hinter demselben abwärts vom Spiegel, also nach dem sich die reflectirten Stralen bereits durchkreuzt haben, aufgefangen, so erscheint das Bild verkehrt, und um so gröſser. je weiter es vom Brennpunkte entfernt ist; wie dieses die punktirten Linien iFg und kFe Fig. 19 andeuten. Rückt der Gegenstand dem Hohlspiegel so nahe, daſs er jenseits des Brennpunktes zwischen d und F

(Fig. 20) divergirende Stralen auf die Spiegelfläche fallen läfst; so entsteht nur ein geometrisches Bild, das jedoch stets etwas weiter hinter (oder in) dem Spiegel liegt, als der Gegenstand von ihm entfernt ist. Benutzung der Hohlspiegel bei sog. Geistercitationen. ECKATSHAUSEN's Vers. und SCHRÖPFER's Täuschungen. Stellt man sich einem senkrecht hängenden mit Amalgam unterlegten gläsernen Hohlspiegel in nicht unbeträchtlicher Entfernung, die Augen gegen die Mitte des Spiegels gerichtet, gegenüber und nähert sich dann unter Beibehaltung der Sehrichtung dem Spiegel; so tritt dem Beschauer sein eigenes Bild in verkehrter Stellung als scharf begrenztes Luftbild, diesseits des Brennraumes, aber nahe demselben entgegen. Hält man dabei ein kleines scharf begrenztes weifses Blatt Papier in hinreichender Höhe so, dafs demselben nahe zur Seite das Luftbild des Papiers in derselben senkrechten oder horizontalen Ebene liegt, so erscheint das Luftbild, meinen Beobachtungen gemäfs, stets bläulich und das Papier dagegen schwach gelblich; war das Papier gelb gefärbt, so spielt dessen Luftbild merklich ins Grüne, und war ersteres roth, so verläuft sich die Farbe des Luftbildes ins Blafs-Purpurne.

3) ACB Fig. 21 sey der Durchschnitt eines kugligen erhabenen Spiegels (Speculum convexum sphaericum); die mit der Axe CDo parallel auffallenden Stralen ao und bo werden so nach ap und bp reflectirt, als ob sie aus einem Punkte F der Axe kämen, welcher um die Hälfte des Halbmessers CD entfernt ist und rückwärts verlängert, die Axe in diesem Punkte F schneiden würden. Man nennt diesen Punkt den negativen oder eingebildeten Brennpunkt oder den Zerstreuungspunkt, und sein scheinbarer Abstand vom Spiegel, die negative Brennweite oder die Zerstreuungsweite. Ziehen wir vom Mittelpunkte C eine gerade Linie nach a, so haben wir in diesem Halbmesser das Einfallsloth für den Punkt a, und können nun den Einfalls- und Reflexionswinkel, und mithin den Gang des reflectirten Strals (ap) bestimmen. Divergirend auffallende Stralen haben ihren Brennpunkt näher an der zurückwerfenden Oberfläche, als um den halben Halbmesser, und gehen mit vermehrter Divergenz zurück. Convergirend auffallende Stralen gehen als parallele zurück, wenn die Entfernung vom leuchtenden Punkte mehr als die Hälfte des Halbmessers beträgt; hingegen nur mit etwas verminderter Convergenz, wenn jene Entfernung weniger als die Hälfte des Halbmessers der Krümmung beträgt; und in diesem letztern Fall haben die reflectirenden Stralen einen wahren Brennpunkt vor der oberfläche des Spiegels, und erzeugen physische Bilder. Dem Vorgehenden zufolge wissen wir, dafs der Gegenstand kleiner erscheint, wenn der Winkel, welchen die von den End-

punkten eines Gegenstandes ausgehenden Stralen an dem Auge machen, verkleinert wird; daher erscheinen Gegenstände, die durch Reflexion von einer convexen Spiegelfläche gesehen werden, kleiner als wenn ihre Stralen von einem Planspiegel reflectirt worden wären. Nennen wir den Abstand des stralenden Punktes von der reflectirenden kugligen erhabenen Oberfläche d, den Radius ihrer Krümmung r, so ist die Distanz des Vereinigungspunktes hinter der Kugelfläche $x = \frac{dr}{2d+r}$. Vergl. Gren a. a. O. Die Bilder der convexen Spiegel sind geometrische (sofern die Stralen der Gegenstände nicht zuvor durch Hohlspiegel zur beträchtlichen Convergenz gebracht worden waren), aufrechte, von der wahren Gestalt der Gegenstände stets mehr oder weniger abweichende. Katoptrische Anamorphosen mit Hülfe cylindrischer und mittelst conischer convexer Spiegel. Jac. Leupold anamorphosis mechanicae nova. Lips. 1714. 4. Ueber Zerrbilder vergl. m. Grundzüge S. 278.

4) Aus oben (S. 431) angeführten Gründen giebt jeder sphärische Spiegel mehrere hintereinander liegende Bilder; hieraus entsteht eine Undeutlichkeit des Gesammtbildes, welche man die Abweichung der katoptrischen Bilder wegen der Gestalt des Spiegels oder wegen der Kugelgestalt nennt. Dadurch daſs man den Spiegel nur wenige Grade fassen läſst, oder seinen Rand verdeckt (Blendung) begegnet man dieser Undeutlichkeit mehr oder weniger. Bei parabolischen Hohlspiegeln fällt sie von selbst weg; vergl. oben. Alle durchsichtige tropfbare oder feste Körper spiegeln, wenn sie Hintergrund haben, oder wenn sie nur zum Theil unvollkommen durchleuchtet sind.

5) Diese letztere Bemerkung, daſs jeder durchsichtige Körper unter gewissen Umständen das Licht zu reflectiren vermöge, führt uns zu einer dem jetzigen Zustande unserer Erfahrung entsprechenden Erklärung der Zurückstralung selbst. Dabei müssen wir zuförderst bemerken, daſs die Durchsichtigkeit (Durchleuchtungsfähigkeit der Körper) in dem Maase zunimmt, als die Massenanhäufung und die Cohärenz abnimmt, daſs es wieder einen absolut durchsichtigen (d. i. Licht leitenden), noch einen absolut undurchsichtigen (Licht isolirenden) einfachen Körper giebt; und daſs die Durchsichtigkeit mit der Continuität der Masse im geraden Verhältnisse steht. Es sind diese Sätze aus den Erfahrungen über die Durchsichtigkeit abgeleitet, von denen wir hier nur einige anführen wollen. Höchst ausgedehntes Blattgold erscheint vors Auge gehalten als ein unvollkommen durchsichtiges Medium

von röthlicher Farbe. Ritter sah eine sog. Bleivegetation, die, ohngefähr drei Gran wiegend, eine Glasröhre von 28 Zoll Länge und beträchtlicher Weite füllte, und in dieser ausserordentlichen Dünnigkeit der einzelnen Blätter das Gesehenwerden hintenliegender Gegenstände nicht hinderte. Metallgläser, Wachs etc. sind im flüssigen Zustande (wo also die Massentheile ein mehr oder minder reines Continuum bilden) durchsichtig; eben so mit Oel getränktes Papier, der Pyrophan, der Hydrophan etc. Flüssigkeiten werden undurchsichtig, wenn sie mehr oder weniger in gesonderte Flächen oder in nebeneinander liegende Sphäroiden durch Schütteln etc. umgewandelt werden; z. B. perlender Weingeist, Eiweifsschaum, Wasserschaum an Meeresküsten etc. Nach Bouguer wird reinstes Seewasser bei einer Dicke von 679 Par. Fufs undurchsichtig, und die reinste Luft, wenn sie überall so dicht wäre, wie in der Erdnähe, würde bei einer Höhe von 518385 Toisen alle Durchsichtigkeit verlieren. Ein Stück Glas ist, durch den Bruch gesehen, sehr wenig durchsichtig; eben so auch sehr grofse Glasmassen, wenn sie auf gewöhnliche Weise durchsehen werden. — Die äussersten Schichten oder Theilchen auch der undurchsichtigsten Körper besitzen dem zufolge einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit, der in dem Maase erhöht wird, als durch Glätte oder Politur die Continuität dieser Grenzschichten wächst. Bei den Metallen ist der Durchmesser dieser Grenzschichten im Vergleich mit dem übrigen Körper ausserordentlich geringe, sie sind daher auch noch im möglichst zertheilten und selbst im geflossenen Zustande ziemlich undurchsichtig. Die spiegelnden Körper sind also zu betrachten als mehr oder weniger dunkele, mit einem durchsichtigen Ueberzuge versehene Massen, und bieten daher zwei verschiedene Oberflächen dar: eine (mit blofsem Auge sichtbare, d. i. als dunkeler Körper von der erhellten Umgebung unterscheidungsfähige) scheinbare und eine (etwa durch Mikroskope erkennbare) wirkliche. Es ist hier gleichgültig, ob wir uns das Licht als ein bewegtes elastisches Fludium, oder als die durch unser Auge empfindbare Bewegung, oder (wie ich in meinem Grundrifs der Chemie Heidelberg 1807. 8. that) als Materie im Zustande höchster Beweglichkeit und absoluter Ausgedehntheit (so dafs es demnach vier Hauptzustände: den der Starrheit, der Tropfbarkeit, der ausdehnsamen Flüssigkeit oder des Gases und den der Stralung oder der stralenden Potenzen gäbe) denkt, oder ob wir noch andere Vorstellungen (S. 395 ff.) damit verbinden; in allen Fällen müfsen wir zugestehen, dafs die gerade Linie des Lichtes vollkommen mit der des ruhenden Pendels übereinkommt, nur mit dem Unterschiede, dafs dem Pendel diese Richtung durch Anziehung von aussen, dem Lichte aber durch die Natur

seiner eigenen Kraft gegeben ist. Die Art wie aber die spiegelnde Fläche auf das einfallende Licht wirkt, ist eine gedoppelte; nämlich 1) so weit sie wahre (d. i. durchsichtige) Oberfläche ist, wirkt sie auf das eindringende Licht von den Seiten her anziehend und gemäſs dieser Anziehung ansammelnd, weil 2) dort wo die scheinbare (undurchsichtige) Obsrfläche beginnt, der körperliche Widerstand grösser als die Anziehung, und da das Licht hier nicht zum Eindringen gelangt, die gegen das Licht gerichtete Seitenanziehung = o ist. Wir haben es also bei der Bestralung des Spiegels von vorn herein mit einer Ansammlung von Licht innerhalb der wahren Oberfläche des Spiegels zu thun, welche bewirkt, daſs es sich fortan nicht mehr handelt von der Gegenwirkung des Spiegels, sondern von der Gegenwirkung des in seinen äussersten Theilen angesammelten, d. h. (ohne chemische Bindung) zur Ruhe gebrachten Lichtes, und es fragt sich daher, wie sich von derselben Ebene begrenztes Ruhlicht gegen das ferner einfallende bewegte Licht verhalten werde? Dieses Verhalten kann nun lediglich nur durch die Richtung des ferner einfallenden Lichtes bestimmt werden. Der senkrecht einfallende Stral wird den Widerstand des gegenstehenden Ruhlichts am vollkommensten wältigen und davon nach allen Seiten gleich viel verdrängend, am tiefsten in dasselbe eindringen, und mithin von der scheinbaren Oberfläche selbst zurückstraleu, um so mehr, da die Anziehungsgewalt der wahren Oberflächenschicht durch das darin vorhandene Ruhlicht bereits ins Gleichgewicht gabracht ist Der schiefe Stral wird um so weniger tief eindringen, je mehr er gegen die wahre Oberfläche geneigt ist, und wird eindringend zugleich durch das Ruhlicht einen ungleichen Widerstand erfahren. Gesetzt es wäre in Fig. 18 A B die Begrenzungsebene der wahren mit Ruhlicht erfüllten Oberfläche, so würde der gröſsere Widerstand dieses Ruhlichtes für den einfallenden Stral O q auf die Seite A D q, der kleinere auf die entgegengesetzte Seite B q fallen; es wird mithin der Stral von Seite A D q andauernd mit einer gröſseren Gewalt aufwärts getrieben als dieses von der Seite B p geschieht, und dadurch auf eine in der Figur angezeigten Weise vor der Berührung der scheinberen Oberfläche gekrümmt.

6) Etwas Aehnliches begegnet den Lichtstralen, wenn sie (in der Luft) an den Kanten undurchsichtiger Körper vorbeigehen; sie werden alsdann gebogen und mehr oder weniger von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt. Man nennt die hieher gehörigen Erscheinungen: die Beugung (Inflexion oder Diffraction) des Lichtes (Inflexio lucis) Die ersten hieher gehörigen Beobachtungen machte Grimaldi (Physico mathesis de lumine, coloribus et iride, aliisque adnexis. Bonon. 1665. 4.) Newton (Optice III. Obs. 272. ff.) Maraldi (Mém. de l'acad. des Sc.

1723.) JORDAN (GILBERT's Ann. XVIII. 1.) und vorzüglich BIOT und POUILLET Ann. de Chim. et de Phys. 1816. und 1817. BIOT's Traité de Phys. III.) GRIMALDI's Beob. betreffen theils jene Ablenkung, welche ein weifser Lichtstral erleidet, wenn er durch eine enge Spalte zwischen zwey scharfrandigen Blechen in ein dunkeles Zimmer fällt, wo dann auf der gegenüberstehenden Wand ein mit der Entfernung an Breite zunehmender, am Rande regenbogenfarber (und zwar zu äusserst roth, zu innerst violett) erscheinender Lichtstreif sichtbar wird; theils das Abbeugen eines in ein finsteres Zimmer gelassenen Strals, in den man einen hinreichend schmalen dunkeln Körper (z. B. ein Haar, einen feinen Drath etc.) hält, wo dann von diesem Körper an der gegenüberstehenden Wand ein Schatten von gröfserer Breite geworfen wird, als gemäfs der Dicke des Körpers erfolgen sollte, und wo zugleich (MARALDI's Entdekung gemäfs) in diesem Schatten einzelne hellende Lichtstreifen von beiden Seiten her ein- und zusammenbiegen. War im erstern Falle statt des Weifslichtes einfach farbiges Licht gegeben, so zeigt das Bild auf der Wand abwechselnde Streifen von Licht und Schatten. Um letzteres zu bewirken, läfst man das Weifslicht, bevor es zur Oeffnung des dunkeln Zimmers gelangt, (nach NEUTON) durch ein Prisma stralen, welches dann durch Drehen nacheinander die verschiedenen Regenbogenfarben zur Oeffnung gelangen läfst. Fängt man nun mit einer mattgeschliffenen Glastafel im dunkeln Zimmer das Bild auf, so zeigen die Farbenstreife verschiedene (mefsbare) Breiten, welche vom Violett bis zum Roth merklich zunehmen (und der weiter unten zu untersuchenden verschiedenen Brechbarkeit des farbigen Lichtes entsprechen), u. für jede einzelne Farbe durch Veränderung des zwischen den Innenrändern der Oeffnung befindlichen durchsichtigen Mediums (der Luft, des Glases etc.) ebenfalls abgeändert werden; zum Beweise, dafs die Entstehung dieser Farbenlichter überhaupt der Einwirkung des in der Oeffnung befindlichen Mediums zuzuschreiben ist. Läfst man den Lichtstral an dem Rande nur eines Bleches vorübergehen, so biegen einzelne hellere Lichtstreifen dem Schatten zu, und war der Stral farblos, so erscheinen auch diese Streifen regenbogenfarbig. Taucht man bei dem letztern GRIMALDISCHEN Versuche den schmalen Körper von der einen Seite her in den Schatten aines andern schirmenden Körpers, so verschwinden jene Streifen auf beiden Seiten; FRESNEL bei BIOT a. a. O. Statt der Blechspalte kann man auch eine runde, innen scharfrandige Oeffnung von geringem (Nadelstich-) Durchmesser anwenden (s. oben S. 422) und fängt man dann das durchgegangene Licht mit einem mattgeschliffenen Glase auf, so erscheint das weifse (die Oeffnung an Gröfse merklich übertreffende) runde Bild von concentrischen farbigen Kreisen umgeben, und

bei hinreichender Verfinsterung des Zimmers gewahrt man dann mehrere ineinandergeschobene Kegel, deren innerster farblos ist, und deren Basis der Substanz des matten Glases zugewendet ist. Eine bequeme Vorrichtung, um die Bleche in verschiedene (genau bescheinbare) Abstände zu bringen, hat GRAVESANDE beschrieben (Physic. dem. Math. II. und BIOT a. a O.) BIOT's und PUILLET's hieher gehörige Versuche lehrten unter andern, dafs alles Licht, welches zwischen den Blechschneiden hindurchgeht, sich in zwey Hälften theilt, die nach entgegengesetzten Richtungen abgeleitet werden. Die dadurch entstehende Durchschneidung der Lichtbündel bewirkt die oben erwähnten Abwechslungen der hellern und dunkelern Streifen. Als FRESNEL (und früher YOUNG und FLAGUERGUES) undurchsichtige Platten von wenigstens zwey Linien Breite (oder auch breitere, aber dünnere Platten) so gegen den Lichtstral neigte, dafs nur ein Theil desselben von der Platte aufgefangen wurde, während der übrige Lichtantheil an den beiden entgegengesetzten Rändern der Platte vorübergieng, so erschienen ausser den äusseren Franzen, die von beiden Ränden gegen das Licht hin gebildet wurden, noch andere in den Schatten der Platte eingreifende Streifen. War das Licht einfach, so haben diese Streifen mit demselben gleiche Farbe und werden durch vollkommen dunkele (schwarze) Zwischenräume von einander geschieden. Ihre Anzahl ist stets ungleich, und eine derselben findet sich stets im Mittelpunkte des Schattens. Je weiter man das auffangende matte Glas entfernt, um so deutlicher werden sie, aber wie weit man diese Entfernung auch treibt, so bemerkt man doch nie jene Durchschneidung der Streifen, welche zwey mit ihren Rändern den Lichtstral einschliefsende Platten gewähren; zum Beweise, dafs die von der einen Platte bewirkten Streifen sich entweder gar nicht, oder hinter der Platte in einer von ihrer zweyten Fläche unmerklichen Ferne schneiden. Als YOUNG (und späterhin ARAGO) einen undurchsichtigen Schirm mit dem einen der Rände der in Licht getauchten Platte berührte, oder denselben bis auf eine gewisse Tiefe in den Stralenbündel (gleichgültig ob vor oder hinter der Platte) tauchte, so verschwinden jene sonst in den Schatten einbiegende Streifen gänzlich. ARAGO fand noch, dafs hiebei dünne Schirme die Streifen nur nach der einen Seite hin versetzen, während dicke sie zum Verschwinden bringen. Wurden zwey Schirme zu beiden Seiten der Platte aufgestellt, so war der Erfolg gleich dem Unterschiede der Ortsverrückung, die jeder derselben einzeln würde zu Stande gebracht haben. ARAGO und FRESNEL bedienten sich dieses Verfahrens, um das Brechungsvermögen der Gase möglichst genau zu messen; Annal. de Chem. et de Phys. 1816. u. 1817.)

7) Hieher gehörige Phänomene sind der Lichtsaum um den Mond

bei centralen Sonnenfinsternissen; das flimmernde Farblicht des durch direct einfallendes Licht beleuchteten Staubes (vorzüglich bei Lichversuchen in finstern Zimmern) der beleuchteten Haare etc.; die farbigen Ränder der Fenstersprossen, wenn man deren Licht an einem scharfen Bleche vorüberstreifend ins Auge fallen läfst, und wahrscheinlich auch die Vervielfältigung (und Vergröfserung) der Bilder leuchtender Gegenstände, wenn man dieselben in einiger Entfernung durch dünnes Tuch oder durch ein mit Nadelstichen durchlöchertes Papier betrachtet; vergl. v. Göthe's Beiträge zur Optik. Weimar 1792. 8. und Gren's Journ. 1. Phys. VII. B. Hopkinson und W. Nicholson's Bemerk., Gilbert's Ann. XVIII. 197. und J. J. Wagners Theorie der Wärme und des Lichets. Leipz. 1802. 54. ff. 8. Brougham in der Phil. transac. 1796. und 1797. Prevost ebendas. 1798. Flaguergues in Journ. de Phys. L. XXV. und XXVI. 142. 278. und Gilbert's Ann. V. 129.

8) Noch deutlicher wird uns das ganze Phänomen der Richtungsänderung des Lichtes in der wirklichen Oberfläche der Körper werden, wenn wir das Licht in seinen verschiedenen schiefen Uebergängen aus einem durchsichtigen Medio in ein anderes, von abweichender Dichtigkeit, Cohärenz und chemischer Qualität beobachten.

D) Von der Brechung oder Refraction des Lichtes.

§. 160.

Vers. LIII. Zwischen mehreren aufeinander gelegten und dadurch minder durchsichtig gewordenen Glasplatten bringe man etwas reines klares Wasser, so dafs je zwey Platten durch das Wasser verbunden werden; ihre Undurchsichtigkeit wird jetzt aufgehobeu seyn, so dafs unterliegende Gegenstände deutlich gesehen werden können. Auf gleiche Weise macht etwas Oel auf das Meer gegossen, das Seewasser an dieser Stelle weit hinab durchsichtig. Ferner in ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Trinkglas tauche man, schräg gegen den Wasserspiegel, einen geraden Stab, er wird gebrochen erscheinen; und hat man eine Münze (oder einen andern unterscheidbaren Körper) ins Wasser geworfen, so wird sie dem aus der Luft

auf den Wasserspiegel schauenden Auge höher zu liegen und, von der Seite mit etwas aus der gewöhnlichen Stelle abweichenden Augen betrachtet, doppelt zu seyn scheinen; noch deutlicher wird dieses beobachtet werden, wenn man eine Münze in eine undurchsichtige Schaale legt, so dafs sie bei einer gewissen Stellung des Auges nicht gesehen wird; sie wird sichtbar werden, wenn man die Schaale mit Wasser füllt. Eben so scheinen die Fische im Wasser um $\frac{1}{4}$ höher zu schwimmen, als es wirklich der Fall ist, und ein Gegenstand erscheint dem Auge, unter oder hinter einem ebenen Glase, fast um $\frac{1}{3}$ von der Dicke des Glases der Glasoberfläche näher, als er wirklich liegt etc. Diese und eine zahllose Menge ähnlicher Beobachtungen und Versuche zeigen, dafs wenn die Lichtstralen aus einem Medium in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit und Cohärenz, oder von verschiedener Brennbarkeit, unter einem schiefen Winkel übergehen, sie von ihrer vorigen Richtung abgelenkt werden. Man nennt diese Ablenkung des Lichtes von seiner geradlinigen Richtung: die Brechung desselben (Refractio lucis).

1) Rücksichtlich der Brechung in Folge der verschiedenen Dichtigkeit und Cohärenz der Medien, gilt folgendes aus der Erfahrung geschöpfte Gesetz: Geht der schieflinige Lichtstral aus einem dünnern und minder cohärenten Medium in ein dichteres und cohärenteres über, so wird er an des letzteren Oberfläche dem Einfallslothe zugekehrt; kommt er aus einem dichteren und cohärenteren Mittel, um in ein dünneres und minder cohärenteres überzugehen, so wird er vom Einfallslothe abgelenkt. Zwischen beiden Brechungen giebt die ursprüngliche schiefe

Richtung des Strals, die mittlere Linie. Senkrecht einfallende Stralen gehen ungebrochen durch; und je wenigerder schiefe Stral von der senkrechten Richtung abweicht, um so weniger wird er gebrochen.

2) Es sey in Fig. 22 o a m ein Theil der Erdoberfläche, u t z p ein Theil der Erdadmosphäre, Z ein Stern im Zenith des in a befindlichen Beobachters, dessen Auge den senkrecht einfallenden Stral Z Z′ als solchen unabgelenkt erhält, und den Stern Z daher an dem Orte der Himmelskugel schauet, wo er wirklich steht, und S S seyn zwey andere Sterne. Ein Stral des untersten dieser Sterne würden zu a gelangen, wenn er keine Brechung erlitte, galangt aber, in Folge der auf seinem Hingange zu a eintretenden atmosphärischen Brechung, zu einem von a entfernten Puncte. Hingegen erreichen die Stralen des nächst oberen S wirklich a, aber durch die (durch die Line b d a angedeutete) Brechung so abgelenkt, daſs die a zunächst seyenden Stralentheilchen in einer Richtung einfallen, welche rückwärts geradlinig (nach der Tangente jener Krümmung) verlängert, den Stern statt in S, wo er wirklich steht, in S′ schauen läſst. Umgekehrt würde das in A befindliche Auge einen in der Gegend von n unter dem Horizonte befindlichen Stern (vermöge der Stralenbrechung) schon vor seinem Aufgange, oder noch nach seinem Untergange zu sehen vermögen. Man nennt diese Stralenbrechung, zum Unterschiede derjenigen terrestrischer Gegenstände, die astronomische (Refractio astronomica), und leitet von ihr und won der Reflexion mit Grunde die Dämmerung (Crepusculum) ab. Ziehen wir in Gedanken eine senkrechte Linie durch denjenigen Punkt des Strals, wo beide Medien aneinander grenzen, so ist der (Einfalls-) Winkel, den der Stral mit dieser Linie in dem dünnern Mittel machte, gröſser als der (Brechungs-) Winkel, den er mit ihr in dem dichtern macht. Hieher gehören noch verschiedene Erscheinungen; z. B. wir sehen die Stralen der aufgehenden Sonne schon, wenn die Sonne noch nicht über dem Horizonte ist. Dagegen gehen die Stralen der im Zenith stehenden Gestirne senkrecht und mithin ungebrochen durch die zwischen liegenden Medien; und lassen daher die Gestirne in der Richtung erblicken, in welcher sie wirklich stehen. Findet die Brechung in der Luft von Gegenständen der Erde statt, so nennt man sie die irdische Stralbrechung (Refractio terrestris); z. B. die sogen. Erhebung (Seegesicht oder Kimmung, öfters ein Vorbote des Regens), wo Berge, Küsten, Inseln etc. höher und näher scheinen als gewöhnlich, und die der sogen. Luftspiegelung (s. weiter unten).

3) AB Fig. 30 bezeichne als Oberfläche des unteren Mediums die

brechende Ebene (Planum refangens) und C D den einfallenden Stral (Radius incidens), welcher aus dem dichteren oberen Mittel in das dünnere untere Mittel übergehet. Statt nach F fortzugehen, wird er in dem Einfallspunkte (Punctum incidentiae), D von dem Einfallslothe (Cathetus incidentiae), G H abgelenkt, und gelangt demnach bei seiner Fortpflanzung als gebrochener Stral (Radius refractus) in E an. Der Einfallswinkel (Angulus incidentiae) C D G, welchen der einfallende Stral C D mit dem Neigungslothe G H macht, ist kleiner als der Brechungswinkel (Ang. refractionis) E D H, welchen der gebrochene Stral D E mit dem Perpentikel G H macht. Der gebrochene Stral liegt mit dem einfallenden und mit dem Perpendikel stets in einerlei Ebene; die Brechungsebene (Planum refractionis) genannt, und der Winkel F D E, den der verlängerte einfallende Stral D F mit dem gebrochenen Strale D E macht, wird der gebrochene Winkel (Angul. refractus) genannt. Der Sinus des Einfallswinkels oder der Einfallssinus C G auf G H senkrecht gezogen, steht mit dem Sinus des Brechungswinkels oder dem Brechungssinus, E H auf D H gezogen und $DE = CD$ gesetzt, stets im bestimmten Verhältnisse (Ratio refractionis), welches wenn das Licht aus der Luft ins Glas übergeht, fast wie 3 : 2, wenn es sich hingegen aus der Luft ins Wasses fortpflauzt, fast wie 4 : 3 gesetzt werden kann. Mithin verhält sich die brechende Kraft des Glases zu der des Wassers wie $\frac{9-4}{4} : \frac{16-9}{9}$, d. i. wie $\frac{5}{4} : \frac{7}{9}$ oder 45 : 28. Wassergas ändert die Stralenbrechung der atmosph. Luft nicht; Biot a. a. O. 316.

4) Die Kenntniſs der astronomischen Stralenbrechung, die der Araber Alhazen zuerst angegeben zu haben scheint, und die erst im 16. Jahrhundert durch Bernhard Walter, Maestlin, Tycho de Brahe und Kepler, späterhin vorzüglich aber durch die Entdekungen eines Torricelli, Pascal, Boyle und Mariotte über die Beschaffenheit der Erdatmosphäre richtiger bestimmt wurde, gab zunächst Veranlassung, die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes in verschiedenen Mitteln nachzuweisen. Willebrod Snellius entdeckte das oben ausgesprochene Gesetz der Berechung, jedoch eigentlich nicht für Sinusse, sondern für die Consecanten, und Descartes, die Entdeckung des Snellius benutzend, für die Sinusse selbst. Neuton, Muschenbroeck, Euler, Zeiher, Hawskbee, Martin, Rochon und in neuern Zeiten vorzüglich Biot und Arago (B. und A. über die Verwandtschaften der Körper zum Lichte und das Brechungsvermögen der verschiedenen Gasarten; in Gilberd's Ann. XXV. 345. XXVI. 38. etc.) und Brewster (Transac. phil. 1819. II. 284 ff.) haben sich bemüht, das verschiedene Brechungsver-

mögen der durchsichtigen Stoffe und Gemische auszumitteln. Die Hauptschwierigkeit, welche sich den älteren Experimentatoren bei gedachten Versuchen entgegen stellte, bestand in der Aufgabe: bei denen, ins Ganze immer nur wenige Minuten betragenden Ablenkungswinkeln die Unterschiede so scharf zu beobachten, als es die daraus herzuleitenden Folgerungen nöthig machten. B. und A. begegneten dieser Schwierigkeit, indem sie sich des sonst nur bei astronomischen Beobachtungen angewendeten Le Noir'schen Vervielfältigungskreises bedienten, und so gelangten sie, bei ihren genauen Versuchen, von Laplace und Berthollet unterstützt, zu dem wichtigen Resultate, dafs das Brechungsvermögen der verschiedenen Mittel nicht blofs von der verschiedenen Cohärenz und Dichtigkeit, sondern vorzüglich auch von der chemischen Beschaffenheit der Mittel abhänge, wodurch sich den Physikern ein neuer Weg eröffnete, die Resultate der chemischen Versuche über die Bestandtheile der Körper, rücksichtlich ihrer Richtigheit genauer zu prüfen, als dieses bisher möglich war. Schon Neuton schlofs aus dem grofsen Brechungsvermögen des Demants auf seine Brennbarkeit, und spätere Versuche zeigten bereits, dafs das Brechungsvermögen der Körper mit ihrer Brennbarkeit im genauen Verhältnisse stehe; B. und A. Versuche zeigten endlich, dafs hinsichtlich der Wasserbestandtheile der Wasserstoff die stärkste, der Sauerstoff die schwächste refrangirende Kraft besitze. Zugleich ergab sich aus diesen Versuchen, wie viel bei der Brechung auf Rechnung der gröfseren oder geringeren Verdichtung und Cohärenz zu schieben sey; die genannten Experimentatoren fanden nämlich, dafs den Brechungsverhältnissen des Sauerstoff- und Wasserstoffgases zufolge, das Brechungsvermögen des Wassers (das der Luft = 1 gesetzt) = 1,51 seyn sollte, während Neuton's Vers. 1,75, alo $\frac{1}{8}$ mehr gaben, als durch die Berechnung bestimmt worden war. Bei ähnlichen Berechnungen fand sich überall das berechnete Resultat geringer als die Versuche; z. B. Olivenöl (eine Substanz von gröfserer Unverschiebbarkeit als das Wasser) nach Neuton = 2,73, nach dem Calcul 2,50 (Unterschied = $\frac{1}{9}$); Alkohol nach N. = 2,23, nach dem Calcul 1,94 (Untersch. = $\frac{1}{8}$). Neuton's Vers. bestimmten die Refraction des Demants auf 3,2119; nach B. und A. Vers. ist aber das Refractionsvermögen des kohlensauren Gases (zu welchem der Demant mit Hülfe des Sauerstoffgases verbrennt) etwas schwächer als das der gemeinen Luft, und nach Lavoisier soll die Kohlensäure aus 0,24 Kohlenstoff und 0,76 Sauerstoff zusammengesetzt seyn; demnach fanden B. und A. das Brechungsvermögen des Kohlenstoffs = 1,44, und schlofsen hieraus (falls die Condensation und Erstarrung der luftförmigen Stoffe zu Demant keinen Unterschied mach-

te), dafs der Demant 0,35 seines Gewichts Wasserstoff enthalten müfse (was jedoch spätere Versuche zur Zeit noch unbestätigt liefsen); vergl. S. 228 dies. Grundr. und Kastner's Beitr. II. 215 ff.

5) Geht das Licht aus der durchsichtigen Masse in die Luft über, so verhält sich Versuchen zufolge der Brechungssinus (Sin. i) zum Einfallssinus (Sin. r), den man gleich 1,000 setzt (Sin. i : Sin. r)

nach Rochon	bei destill. Wasser von 14° R. - -	wie	1,333
	— flüssigem Aetzammoniak - - -	—	1,349
	— rectificirtem Weingeiste - - -	—	1,378
	— Kochsalzlösung - - - -	—	1,375
	— Salmiaklösung - - - -	—	1,382
— Neuton	— Olivenöl - - - - - - -	—	1,466
	— Terpentinöl - - - - -	—	1,470
	— Sassafrasöl - - - - -	—	1,544
	— Zuckerlösung (Wasser 27 Zucker 1) -	—	1,346
	— wässerige Lös. d. kohlensaur. Kali -	—	1,390
	— wässrige Lös d. kohlensaur. Natron -	—	1,352
	— wässrige Lös. d. kohlensaur. Ammoniak	—	1,382
	— Kalkwasser - - - - - -	—	1,334
	— Vitriolöl - - - - - -	—	1,428
	— Salpetersäure - - - - - -	—	1,412
— Euler	— destill. Essig - - - - -	—	1,368
	— flüss. Eiweifs - - - - - -	—	1,368
— Neuton	— trocknem Steinsalze - - - -	—	1,545
	— Alaun - - - - - - -	—	1,458
	— Frauenglase - - - - - -	—	1,487
— Rochon	— Isländischem Krystall - - -	—	1,625
	— Bergkrystall - - - - - -	—	1,575
	— Demant - - - - - - -	—	2,755
	— gemein. Glase - - - - - -	—	1,543
	— Flintglase - - - - - -	—	1,613
— Neuton	— Crownglase - - - - - -	—	1,532
	— arab. Gummi - - - - - -	—	1,477
	— Ambra - - - - - - -	—	1,556
	— Kampher - - - - - - -	—	1,500
	— verglastem Stibiumoxyde - -	—	1,889
	— Borax - - - - - - - -	—	1,467
	— Salpeter - - - - - - - -	—	1,524
	— d. sog. leeren Raume - - -	—	0,999

Im Jahr 1813 beschrieb Brewster neue Versuche über die brechende Kraft verschiedener Substanzen (dessen: Treatise on new phil. instrum

Edinb. 1815 8. und Gilbert's Ann. L. 21.), aus denen hervorgieng, daſs, die brechende Kraft des Wassers = 1,339 gesetzt, die des Demants beträchtlich geringer (= 2,487), als jene verschiedenener Metallverbindungen sey (z. B. als die des rothen Schwefelarseniks oder Realgar = 2,549 und des natürl. chromsauren Bleioxid's = 2,974); Biot — dessen Traite etc. III. 195 — bezweifelte indeſs die Zuverlässigkeit des von Brewster angewendeten Verfahrens und Hallström (Gilbert's Ann. L. IV. 394. und ff.) wies überdem einige (wenige) Schreib- oder Druckfehler in den Brewster'schen Formeln nach, die zu Irrthümern in der Rechnung Veranlassung gegeben hatten. Dieser Vorwurf scheint aber Brewsters neuere hieher gehörige Arbeiten nicht zu treffen, denen zufolge ist — die Refraction des Wassers = 1,3358 gesetzt
— die des Flintglases = 1,600
Schwefels = 2,115
Phosphors = 2,224
Demants = 2,470
die des weichsten Tabasheers (natürl. Kieselerde-Hydrat des Arundo Bambus L.) = 1,1115, die des härtesten = 1,1825, und setzt man mit B die absolute Brechung = R, die Brechungskraft = m und das Eigengewicht der Substanz = s, so ist $R = \frac{m^2 - 1}{s}$; hiernach ist die absolute Brechung bei dem

Tabasheer = 976,1
Schwerspath = 3829,43
atmosphärischen Luft (nach Biot) 4530
Quarz (nach Malus = 5414,57
Kalkspath = 6423,5
Flintglase (geringste Sorte) 7238
Rubin — — — = 7338,8
bras. Topas — — = 7586,7
Wasser (nach Malus) 7845,7
Flintglase (beste Sorte) 8735
kohlens. Kali = 10227
chromsauren Bley = 10436
Salpeter = 11962
Kochsalz = 1206
Wachs (nach Malus) = 13308,1
Demant = 13964,5
Schwefel = 22000
Phosphor 28857
Wasserstoff 29964
— — — 31862

Das Eigengewicht des Tabasheers ist nahe = 2,412. Wurde derselbe mit Wasser getränkt, so gieng seine (übrigens so ausgezeichnet geringe) Brechung über die des Wassers hinaus, nämlich = 1,4012 (siehe oben). BIOT's und ARAGO's Vers. zufolge ist das Brechungsvermögen eines Gemisches gleich der Summe des Brechungsvermögens der zugehörigen Mischungstheile (Bestandstheile); die Ergebnisse hieher gehöriger Berechnungen kommen der Wirklichkeit am nächsten beim Ammoniak; vergl. BIOT, a. a. O. Dieselben Experimentoren fanden bei folgenden Gasen nachstehende Brechungsverhältnisse:

Name des Gases	bei einer Dichte von	bei 0° C u. 336,9 Lir. Barometerst. absolut. Brechungsverm.	specif. Brechungsverm.
atmosphär. Luft - -	1,00000 -	0,000589171 - -	1,00000
Sauerstoffgas - -	1,10359 -	0,000560204 - -	0,86161
Stickgas - - - -	0,96913 -	0,000590436 - -	1,03408
Wasserstoffgas - -	0,07321 -	0,000285315 - -	6,61436
Ammoniakgas - -	0,59669 -	0,000762349 - -	2,16851
Kohleesaures Gas -	1,51961 -	0.000899573 - -	1,00476
Kohlenwasserstoffgas - - - -	0,57072 -	0,000703669 - -	2,09270
Salzsaures Gas - -	1,24740 -	0,000879066 - -	1,19625

6) Nach BIOT und ARAGO ist also das Brechungsvermögen der atmoshpärischen Luft über 65mal schwächer als das des Wasserstoffgases, und danach v. HUMBOLDT's Beob. die atmosphär. Luft bis zu 3600 Toisen Höhe wenigstens nicht über 0,002 Wasserstoffgas enthält, und überhaupt in allen anderen Regionen ein fast gleiches Bestandtheilverhältnifs darbietet, so folgt, dafs das chemische Brechungsvermögen überall dasselbe sey, mithin die Astronomen nichts von der Veränderung der chemischen Beschaffenheit der Luft zu fürchten haben, und die berechneten Refractionstafeln für alle Orte der Erde gelten. Merkwürdig ist es übrigens, dafs sich das Brechungsvermögen des Sauer- und Wasserstoffgases zu einander ähnlich verhält, dem Schalleitungsvermögen gedachter Gase zu einander, vergl. S. 363 dies. Grundr. und dafs Kohlenstoffgehalt, Brechungsvermögen und Cohärenz in den verschiedenen Bildungsmomenten der Materie so sehr correspondireu; vergl. 255, wo in dem von STEFFENS entworfenem Schema der Kohlenstoff als contrahirter Pol erscheint.

7) Zur Erläuterung eines noch übrigen dritten Falles, wo die Lichtstralen zuförderst ein gleichmäfsig dünnes Mittel, dann ein dichteres von

verschiedener Cohäsion und Brennbarkeit, und endlich wieder ein dünneres Medium in schiefer Richtung durchlaufen, diene Fig. 29. a α bezeichne den schief einfalleneden Stral, dessen Bewegung sich in eine senkrechte u. eine parallel der Fläche ik wirkende zerlegen läfst; nur auf die Geschwindigkeit des senkrechten Richtungstheiles kann die Cohäsionskraft des dichteren zwischen x und y gelagerten Mediums Einflufs haben, und die Geschwindigkeit dieses senkrechten Theils wird, je näher der Stral dem brechenden Medium xy kommt, zunehmen u. dadurch den Lichtstral bestimmen, eine Curve zu beschreiben, die sich der senkrechten Richtung nähernd endlich in diese bei xy übergehen würde, wenn die Cohäsion und die chemische Beschaffenheit des Mittels xy überall von gleichem Werthe wären. Sofern dieses aber nicht der Fall ist, bewegt sich der Lichtstral durch xy in einer krummen Linie, und da nach y zu die beschleunigende Wirkung des dichteren Mediums allmählig abnimmt, so geht der Stral aus dieser krummlinigen Richtung nach und nach in die ursprünglich geradlinige wiederum über, in welcher er sich hinter l m (als äusserster Grenze des dünneren und eines dünnen Mediums, welches dem oberen hinter ik gleich ist) fortpflanzt.

8) Neuton zeigte zuerst, dafs die Phänomene der Brechung erklärbar würden, wenn man dem brechenden Mittel das Vermögen, das Licht anzuziehen und dem stralenden Lichte die Möglichkeit gezogen zu werden zugestehe; dieser Anziehung zufolge wird das Licht, wenn es aus der Leere dem erfüllten Raume, oder aus dem dünneren (oder minder brennbaren) dem dichteren (oder brennbareren) Mittel zueilt, von demselben beschleunigt. Tritt es hiebei als senkrechter Stral in das erfüllte Mittel, so ist beim Eintritte die Anziehung von beiden entgegenstehenden Seiten gleich grofs, und mithin sich selber in ihren Wirkungen auf das Licht aufhebend; tritt es hingegen unter einem schiefen Winkel ein, so ist jene Seitenziehung von der einen Seite gröfser als von der andern, und mithin die Wirkung derselben auf das Licht einseitig, und daher von der ursprüglichen Richtung ablenkend. Versuche und Berechnungen lassen zwar nicht den absoluten Werth dieser anziehendn Kraft, wohl aber eine mit ihrer Intensität im Verhältnifs stehende Gröfse in jedem Raumerfüller finden, die — von Neuton das Brechungsvermögen genannt — gleich ist, dem Quadrat des Verhältnisses der Brechung um die Einheit vermindert und durch die Dichte der brechenden Substanz getheilt.

9) Descartes (Cartesius) entdeckte zuerst, a) dafe der einfallende und gebrochene Stral stets in derselben Ebene liege, welche auf der beiden Mitteln gemeinschaftlichen Fläche senkrecht ist, (oben S. 442) und b) dafs der Sinus des Brechungswinkels für alle mögliche Nei-

gungen für dieselben Mittel in einem beständigen von D. das Brechungsverhältnifs genanntem Verhältnisse stehe.

10) Weichen zwei Medien rücksichtlich ihrer Brennbarkeit bedeutend von einander ab, und sind sie zugleich in ihrer Dichtigkeit und Cohärenz sehr von einander verschieden, so wird der aus dem nicht brennbaren dichterem Mittel (z. B. Wasser) in das mehr brennbare dünnere Mittel (z. B. Terpentinöl, Leinöl) gehende Stral nach dem Perpendikel zugebrochen, während er davon abgelenkt worden wäre, wenn beide Medien gleichen Brennbarkeitswerth gehabt hätten; vergl. oben.

11) Fig. 31 stelle im finsteren Zimmer ein gläsernes Prisma FDH dar, auf dessen Seite FH, durch ein in E sich befindendes Loch, ein Stralencylinder fast senkrecht einfällt, so werden die parallelen Stralen in das Glas ungebrochen aber sehr schief auf die Grenzfläche DH fortgehen. Hier sollten nun die Stralen beim bevorstehenden Uebergange in die dünnere Luft vom Einfallslothe abgelenkt werden; da aber der Sinus des Brechungswinkels gröfser werden müfste als der Sinus totus ist (ein unmöglicher Fall), so erfolgt gar keine Brechung, sondern diese verwandelt sich in Zurückstralung, und die aus E nach C gehenden Stralen werden den Gesetzen der Reflexion gemäfs gegen F nach A zurückgeworfen, wo sie fast ungebrochen in die Luft zurückgehen. Hieher gehört zum Theil auch die Luftspiegelung, (oben S. 414.) wo sich nebst einem entfernten Gegenstande zugleich ein Bild desselben in der Luft zeigt. Der Hauptgrund dieses Phänomens ist indefs der manchmal sehr verschiedenen Dichtigkeit der einzelnen Luftschichten zu suchen. Ist die Luft in der Nähe der Erdoberfläche durch Localursachen, z. B. örtliche Wärme sehr verdünnt, während in einiger Entfernung darüber oder zur Seite dichtere Luftschichten schweben, so erscheint das Luftbild des Gegenstandes unter oder zur Seite des Gegenstandes; ist hingegen die verhältnifsmäfsige sehr dichte Luftschicht (innerhalb welcher Gegenstand und Zuschauer sich befinden) in der Erdnähe und darüber die dünnere Schicht, so erscheint das Bild über dem Gegenstande. Die sog. Fata Morgana; vergl. A. Kircher a. a. O. p. 2. C. 1. Schott im vierten Buche seiner Magia optice p. 10. ff. u, P. Ignat. Angeluk's Brief an A. Kircher über die Morgana zu Rhegio im mamertischen Sunde; Kircher a. a. O.; Büsch tract. duo optici argumenti. Hamburgi 1783. 4. T. Gruber's phys. Abhandl. über die Stralenbrechung und Apprallung von erwärmten Flächen. Dresden 1787. Goth. Mag. V. 144. VI. 165. Hellwaag im Genius der Zeit. Jul. 1797. Reinike Abhandl. über die Fata Morg. in den allgem. geograph. Ephemeriden. März. 1800 Büsch und Monge ebendas. Jul. 1800. Wollaston in den phil. Transact. 1800. P. II. p. 40 u. in Gil-

berts Annal. XIII. 394. Gruber in Gilberts Annal. III 439. R. Woltmann ebend. III. 397. P. Minasi ebend. XII. 20. Giowenne's Beob. ebend. 1. Brandes ebend. XVII. 129. Casteberg ebend. 183. Biot a. a. O. Kries a. a. O. XXIII 365. u. Brandes ebend. 380. Zur Veranschaulichung der hiebei wirksamen Brechungsverhältnisse dient folgender zuerst von Wollaston angestellter Versuch: In ein nicht zu weites und recht dünnes gläsernes Gefäfs giefse man so viel conc. Schwefelsäure, dafs davon der Boden des Gefäfses etwa 3 bis 4 Linien hoch bedeckt wird, hierauf lasse man, längs eines zuvor bis zur Oberfläche der Säure hinabzuneigenden Bleistreifens, allmählig reines Wasser hinabgleiten; beide Flüssigkeiten werden anfangen sich miteinander zu vermischen, aber so langsam, dafs darüber gegen 24 Stunden verstreichen. Auf diese Weise erhält man ein brechendes Mittel, das aus wagerechten, ungleich dichten (und auch chemisch ungleichen) Schichten besteht, deren Brechungsvermögen mit zunehmender Höhe abnimmt (denn das der Schwefelsäure übertrifft jenes des Wassers), während es (eine Zeit hindurch) unten und oben beständig ist. Man klebe nun auf eine der Seitenwände des Gefäfses, etwas unterhalb der im Mischen begriffenen Schichten, einen schmalen, wagerechten, mit Buchstaben zu bezeichnenden Streifen Papier; indem man nun das Auge auf der andern Seite des Gefäfses in eine fast gleiche Höhe bringt und jene Buchstaben zu lesen bemüht ist, sieht man deutlich zwey verschiedene Bilder: ein unteres aufrechtes und ein oberes umgekehrtes. (Aether oder Alkohol über Wasser geschichtet, gewährt dieselbe Erscheinung.) Die zum untern Bilde gehörigen Stralen gelangen durch die zugehörige wagerechte Säuereschicht in ähnlicher Richtung zum Auge; das andere Bild entspringt aus jenen Stralen derselben Licht entlassenden Punkte des Papiers, welche gegen die obern Schichten gerichtet in denselben ein nach und nach schwächeres Brechungsvermögen vorfinden und durch die stärkere Anziehung der obern Schichten zurüchgebogen und gegen dieselben so gekrümmt werden, dafs sie zum zweiten Male dieselben unteren Schichten in entgegengesetzter Richtung durchdringen. Etwas Aehnliches sieht man, wenn man zur Sommerszeit das Auge an das eine Ende einer wagerechten, geschwärzten, der Sonne ausgesetzten Stange bringt; wagerechte Gegenstände, welche mit der Stange in derselben Richtung und in einer nur geringen Höhe über ihr liegen, gewähren dann zwey Bilder: ein oberes aufrechtes (durch die Luftschicht von beständiger Dichte) und ein unteres umgekehrtes (durch die mittelst Erwärmung hinsichtlich ihrer Dichte veränderlichen Luftschichten). Aehnliche Erscheinungen beobachtet man in Nieder-Egypten häufig, dessen fast wagerechte Bodenfläche nur von jenen kleinen Erhöhungen zur Unebenheit

gebracht wird, auf welchen die Dörfer liegen; Abends und Morgens erscheinen diese, aus der Ferne betrachtet, auf gewöhnliche Weise; wird aber gegen Mittag die Oberfläche des Sandbodens durch die Sonne stark erhitzt, so scheint das Land in einer gewissen Entfernung durch eine allgemeine Ueberschwemmung begrenzt zu werden, und die über diese Grenze hinausliegenden Dörfer gewähren das Ansehen, als ob sie vom Wasser umflossen wären. Unter jedem Dorfe sieht man dessen umgekehrtes Bild gerade so, wie es wirklich in vorliegendem Wasser sich spiegeln würde. So wie man sich nähert, so rücken die Grenzen dieses scheinbaren Meeres weiter hinaus, verschwinden endlich ganz, und erneuern sich für ein anderes entfernteres Dorf. (Eine ähnliche Erscheinung sah ich als Knabe oftmals auf Sandebenen der Insel Usedom, und mehrmals war das Bild des Himmels, welches in verkehrter Stellung erblickt, die Täuschung einer angeblichen Ueberschwemmung erzeugt, einem stillen grofsen Landsee höchst ähnlich. Am lebhaftesten war das Trugbild kurz vor Sonnenuntergang auf von Nadelhölzern umgrenzten Ebenen und Hügelabhängen.) Biot beobachtete in Gesellschaft Mathieu's hieher gehörige Erscheinungen häufig am Meeresufer zu Dünkirken. Oftmals erscheinen auch entferntere Gegenstände in der Luft blos schwebend, und dem Anscheine nach von keinem umgekehrten Bilde begleitet; indefs ist auch in diesem Falle das zweite Bild wirklich vorhanden, nur zu schwach, um dem Auge hinreichend merklich zu werden. Das erste (sichtbare) aufrechte Bild erscheint auf dem umgekehrten Bilde des Himmels. (Die Höhen des Vorgebirges, zu welchen der Kreuzberg bei Bonn gehört, zeigten mir einigemal eine ähnliche Erscheinung, gaben jedoch auch zu andern Malen z. B. das Bild der Kreuzbergkirche doppelt.) Erfolgt das Sehen auf bemerkte Art durch gegen die Erde oder die See convex gekrümmte Strallinien, so ist die Brechung negativ, und der scheinbare Horizont daher weit niedriger, als er es dem Beobachtungsorte nach seyn müfste; auf der See kann dieses zu bedeutenden Irrthümern hinsichtlich der Breite verleiten, wie dann ein dergleichen Irrthum Biot's Erfahrung gemäfs mitunter gegen 4 bis 5 Minuten beträgt. Ein Fall der Art ist möglich, wenn die See beträchtlich wärmer als die Luft ist; ist sie hingegen merklich kälter, so rückt oftmals der scheinbare Horizont zu einer beträchtlichen Höhe hinauf. — Ueberhaupt aber ist Umwandelung der Brechung in Rückstralung möglich, wenn a) die Rückstralung innerhalb der innern Grenzen der krümmenden Schichten-Anziehung und der Austritsfläche erfolgt; b) wenn sie in der Austritsfläche selber statt findet, und c) wenn sie zwischen der Austritsfläche und der äusseren Grenze der anziehenden Schicht gegeben

ist; so dafs das Licht anfänglich aus der Schicht heraus- und dann wieder hineinstralt; im letztern Fall wird der Austrittswinkel, nach CARTESIUS Gesetz berechnet, = 90°. Ueber ARAGO's Verfahren das Brechungsvermögen der Gase zu bestimmen, oben S. 438.

12) Aus den allgem. Refractionsgesetzen folgt ferner noch, dafs beim Brechen in durchsichtigen ebenen Flächen parallele Stralen ihren Parallelismus beibehalten, wie sehr auch die einzelnen Medien, durch welche sie gehen, rücksichtlich der Dichtigkeit, Cohärenz und Brennbarheit von einander abweichen. Divergirende Stralen werden beim Uebergange aus dem dünnern in das dichtere Mittel von ebener Oberfläche, in ihrer Divergenz, und convergirende in ihrer Convergenz vermindert; umgekehrt werden divergirende in ihrer Divergenz und convergirende in ihrer Convergenz vermehrt, wenn sie aus dem dichtern in das dünnere Mittel übergehen. Zu denen auf den Refractionsgesetzen beruhenden merkwürdigen Phänomenen gehören noch: die scheinbare Ortsveränderung der durch ein gläsernes Prisma betrachteten Gegenstände; die dioptrischen Anamorphosen d. i. Zeichnungen zerstreuter Theile, die durch ein Rautenglas gesehen als ein zusammenhängendes Ganzes erscheinen; die Vervielfältigung der durch ein Rautenglas (Polyedrum) betrachteten Gegenstände, und die Phänomene der weiter unten besonders zu berüchsichtigenden sog. doppelten Stralenbrechung oder Polarisirung des Lichtes durch Brechung.

§. 161.

Das allgemeine Gesetz der Brechung im Auge behaltend, und jenes, was zuvor von der Reflexion der Stralen durch gekrümmte Flächen gezeigt wurde, auf das Brechen durch kummlinig begrenzte Medien anwendend, wird es leicht durch Zeichnung und Rechnung den Weg zu bestimmen, den die Lichtstralen nehmen, wenn sie in dichteren oder dünneren Mittel, deren Oberflächen gekrümmt sind, gebrochen werden. Uns genügt es, hier nur diejenige Stralenbrechung zu bestimmen, welche in Gläsern statt findet, die auf einer oder beiden Seiten nach der Ge-

stalt eines Stücks von einer Kugelfläche geschliffen sind, und sphärische Gläser, Linsengläser, Lupen oder Linsen (Lentes) genannt werden.

1) Man theilt die Linsen in Sammelgläser, convexe oder erhabene Linsen (Lentes convexae), und in Zerstreuungsgläser, Hohlgläser, concave oder hohle Linsen (L. concavae). Die ersteren sind in der Mitte dicker als nach dem Rande zu, und zwar entweder auf beiden Seiten durch auswärts gehende Kugelflächen begrenzt (convexconvex oder biconvex, vergl. Fig. 25, A B), oder auf der einen Seite eben und auf der andern erhaben (planconvex, Fig. 24, a b) oder auf der einen Seite vertieft und auf der andern erhaben, so dafs der Halbmesser der vertieften Seite gröfser ist, als der der erhabenen (concavconvex, das mondförmige Glas oder Menicus); die letzteren entweder auf beiden Seiten hohl (concavconcav, biconcav, Fig. 26, GH), oder auf der einen eben und auf der andern vertieft (planconcav, Fig. 32, I K), oder auf der einen Seite hohl und auf der andern erhabeu, so dafs der Halbmesser der hohlen Seite kleiner ist als der der erhabenen (convexconcav). Sind bei einem auf der einen Seite convexen und auf der andern concaven Glase die Halbmesser gleich, z. B. bei einem Uhrglase, so werden die Stralen wie von einem ebenen Glase gebrochen.

2) Eine gerade Linie C D F. 23 in der Richtung des Halbmessers, durch die Mitte der Linse A B gehend, heifst die Axe des Glases, und ein solches Glas wird recht centrirt genannt, wenn es so geschliffen ist, dafs jene gerade Linie durch die Mittelpunkte seiner beiden Oberflächen senkrecht geht. Die Punkte d c, wo die Axe die Oberflächen schneidet, werden die Scheitelpunkte der Linse genannt. Bei jedem Glase der Art, ist der Halbmesser für jeden Einfallspunkt (dessen Stelle als eine unendlich kleine ebene Fläche genommen wird) das Einfallsloth

3) A B Fig. 25 bezeichne eine biconvexe Linse, und die Linien d, c, e parrallel einfallende Stralen; der in der Richtung einfallende Axen- oder Hauptstral c geht ungebrochen durch, während die ihm parallelen aber schief einfallenden Stralen d, e auf der Vorder- und in der Rückfläche des Glases so gebrochen werden, dafs sie den Axenstral und sich selbst in einem Punkte F hinter dem Glase schneiden (und nach dieser Durchkreuzung divergirend fortgehen), den man den Brennpunkt, so wie dessen Entfernung von der vordern Krümmung des als nicht dick betrachteten Glases die Brennweite nennt. In die-

sem Punkte F erscheint daher ein diptorisches wirkliches Bild desjenigen leuchtenden Körpers, von welchem die Stralen ausgiengen, und ist dieses die Sonne selbst, so entzünden die in dem Brennpunkte verdichteten Stralen brennbare Materien. Daher werden die erhabenen Linsen auch Brenngläser (Vitra ustoria, caustica) genannt.

4) a b, Fig. 24 stelle eine planconvexe Linse dar; die parallel einfallenden Stralen $\alpha\,\delta$ gehen gegen die ebene Vorderfläche des Glases senkrecht, und werden daher hier nicht gebrochen(während die Stralen d, e der vorhin beschriebenen Figur in der krummen Vorderfläche nach dem Einfallslothe, im Verhältnisse 2 : 3 des Einfalls- und Brechungssinus, zu und beim Austritt aus der Rückfläche im Verhältnifs 2 : 3 der Sinuse, vom Einfallslothe abgelenkt werden: wodurch aber die Annäherung zum Axenstral noch vermehrt wird, indem die Rückflächenkrümmung der Vorderflächenkrümmung entgegengesetzt ist), erleiden hingegen beim Ausgange aus der Rückfläche eine Brechung, welche sie dem Axenstrale zulenkt, und diesen in F, dem Brennpunkte der Linse, einander schneiden läfst, dessen Entfernung vom Glase, bei übrigens gleicher Rückflächenkrümmung, nothwendig gröfser ist, als die des Brennpunktes der biconvexen Linse. Beim Meniscus werden die auf der convexen Vorderfläche ankommenden Stralen der Axe stärker zugelenkt, als sie beim Austritte auf der concaven Fläche davon abgelenkt wurden; sie treffen daher hinter dem Glase ebenfalls in einen Brennpunkt zusammen, der von dem Glase noch weiter enrfernt ist, als derjenige der planconvexen Linse. Die Brennpunkte dieser Linsen, bilden in der wirklichen Darstellung Brennlinien und Brennräume, vergl. 431; daher jene nach der verschiedenen Dicke und Gestalt der Linse sich richtende Verrückung der Vereinigungspunkte, die unter der Benennung Abweichung der Stralen wegen der Gestalt des Glases (Aberratio ex figura) bekannt ist. Die Brennweite wird übrigens gefunden (das Brechungsverhältnifs des Glases 3 : 2) wenn man das Product der Halbmesser beider Krümmungsflächen, mit der halben Summe dieser Halbmefser (beim Meniscus das Product der Halbmesser mit ihrer halben Differenz) dividirt. Beim biconvexen Glase, dessen gekrümmte Flächen zu einerlei Halbmesser gehören, ist folglich die Brennweite dem Halbmesser gleich, und beim planconvexen Glase dem Durchmesser der Kugel, wovon das Glas ein Abschnitt ist. Beim Meniscus liegt der Brennpunkt weiter vom Glase ab, als der Durchmesser, und bei einer massiven Glaskugel um den vierten Theil ihres Durchmessers hinter derselben. Durch eine leere Glaskugel wird kein Brennpunkt gebildet; bei einer mit Wasser gefüllten Glaskugel ist der Brennpunkt um die Hälfte ihres Durchmessers, und bei einer mit Terpentinöl ge-

füllten Glaskugel weniger als um die Hälfte des Durchmessers von der Kugel entfernt. Genauere Bestimmungen der Brennweiten sind ein Gegenstand der angewandten Mathematik; vergl. Grens Naturl. 6te Ausg. S. 417 u. ff. Brenngläser hat man auch aus zwei muschelförmigen, den Uhrgläsern ähnlichen, mit ihren Rändern zusammengeküttelen, mit Wasser oder Weingeist gefüllten, und dann gefafsten Gläsern verfertigt, und sowohl diese Linsen, als auch hohle mit verschiedenen Flüssigkeiten füllungsfähige Glasprismen, besonders die letzteren, zur Bestimmung des Brechungsvermögens der Flüssigkeiten benutzt. Trudaine's Brennglas hatte 4 Fufs Durchmesser und schmolz innerhalb einer Minute metallische Substanzen aller Art, Fossilien, Asche etc. und Pech unter Wasser. Parkers grofses Brennglas bestand aus einer biconvexen Linse von Flintglas, welche in der Mitte drei Zoll dick war, drei Fufs im Durchmesser hatte und 212 Pfund (engl.) wog. Seine Brennweite betrug 6 Fufs 8 Zoll par.; bei Vers. wurde sie aber gewöhnlich durch Einsetzung einer zweiten viel kleinern Linse verkürzt. Während sich diese Linse in London befand, wurden damit von verschiedenen Physikern mehrere Versuche angestellt; 10 Gran Platina flossen in 3 Secunden, 10 Gr. Stabeisen in 12 Sec., und 10 Gr. orientalischer Kiesel in 30 Sec. Aehnlich derselben sind v. Tschirnhausens Brenngläser.

5) Divergirende Stralen, deren Ausgangspunct weiter als der Brennpunct des convexen Glases liegt, werden in den Oberflächen des convexen Glases so gebrochen, dafs sie den Axenstral hinter dem Glase in einem Puncte schneiden, der weiter als der Brennpunct vom Glase entfernt ist, und der Vereinigungspunct, so wie sein Abstand vom Glase die Vereinigungs- oder Bildweite genannt wird. Kommen die divergirenden Stralen aus dem Brennpuncte selbst, so gehen sie hinter dem Glase als parallele fort, vergl. Fig. 25; und rückt der leuchtende Punct der convexen Linse noch näher, so gehen die Stralen hinter dem Glase mit verminderter Divergenz fort. Convergirend einfallende Stralen werden hinter dem Glase in einem Puncte vereint, der zwischen dem Brennpuncte und der Glasoberfläche fällt.

6) Zur näheren Erläuterung der Art, wie die convexen Linsen wirkliche dioptrische Bilder machen, diene Fig. 27. Es sey AB eine biconvexe Linse, a b ein beleuchteter Gegenstand vor der Linse, dessen Stralen in einer gröfseren Entfernung wie die Brennweite auf die Vorderfläche des Glases fallen, und hier so wie bei ihrem weiteren Fortgange auf der Rückfläche auf bereits erörterte Weise gebrochen werden. Der mittlere von denen aus C kommenden Stralen, fällt in der Richtung der Axe ein, geht also ungebrochen durch; der mittlere von denen aus b unterhalb der Axe einfallenden Stralen, schneidet

die Axe im Mittelpuncte x, und wird, da er nur einen kleinen Winkel mit der Axe macht, und beide Stellen des Glases, welche er durchfährt, einander fast parallel liegen, beinahe gar nicht gebrochen, geht daher, seine vorige Richtung beibehaltend, hinter dem Glase nach dem über, der Axe liegenden Puncte β. Auf gleiche Weise würde ein mittlerer aus a kommender Stral, unterhalb der Axe in α angelangen, woraus folgt, dafs das Bild β c α des Gegenstandes a C b verkehrt erscheinen mufs. Die beiden aus C kommenden Grenzstralen, so wie die aus b kommenden, werden in der Linse so gebrochen, dafs sie sich mit den mittleren Stralen in c und β vereinigen. Man sieht hieraus, dafs das Bild eines sehr entfernten Gegenstandes fast in den Brennpunct des Glases fallen wird, und dafs es sich um so weiter hinter dem Brennpuncte entfernt, je mehr sich der Gegenstand dem ihm zugekehrten Brennpuncte nähert. Je weiter das Bild hinausfällt um so grösser wird es, in dem sein Umfang durch die Spitzen β α der zu den Grenzpuncten a b gehörenden Stralenkegel bestimmt wird, und diese Spitzen sich um so weiter von einander entfernen, je länger die Stralen hinter dem Glase vor ihrer Vereinigung fortgehen. Je kleiner die Brennweite eines Glases ist, um so kleiner müssen auch die Bilder von einem und demselben (vor dem Glase in einerlei Weite seyenden) Gegenstande ausfallen. Liegt der Gegenstand vor dem Glase näher als der vordere Brennpunct, so entsteht gar kein wirkliches Bild, sondern die hinter dem Glase divergirend fortgehenden Stralen, haben eine solche Lage, als ob sie aus einem Puncte vor dem Glase kämen (den man den Zerstreuungspunct der divergirenden Stralen nennt). Betrachtet man daher einen Gegenstand durch eine convexe Linse, der entfernter als die Brennweite liegt, so wird er nur undeutlich gesehen werden; rückt der Gegenstend in den Brennpunct, so wird er nur sehr weitsichtigen Augen deutlich erscheinen; steht er endlich innerhalb der Brennweite, so wird er aufrecht und vergröfsert und für eine gewisse fast bei jedem Auge verschiedene Stelle sehr deutlich gesehen. Befindet sich hingegen das Auge beträchtlich weit vom vorderen Brennpuncte, und der Gegenstand gleichfalls in bedeutender Entfernung abwärts vom hinteren Brennpuncte, so sieht man das wirkliche verkehrte Bild des Gegenstandes (scheinbar im, eigentlich) vor dem Glase. Versuche mit einer Kerzenflamme, deren Bild verschwindet wenn sie in den hinteren Brennpunct des Glases steht etc. Der Ort wo das wirkliche Bild erscheint ist der Vereinigungspunct, und die Vereinigungsweite ist dem Abstande des Bildes hinter dem Glase gleich, welcher gefunden wird, wenn man das Product aus der Brennweite des Glases in die Entfernung des Gegenstandes vom Glase durch die Differenz der Entfernung des Gegenstandes

von der Brennweite des Glases dividirt. Der Quotient giebt die Entfernung des Bildes. Der Abstand des Gegenstandes vom Glase verhält sich zur Entfernung des Bildes von demselben, wie der Halbmesser des Objects zum Halbmesser des Bildes. Vergl. Gren a. a O.

7) Die Hohlgläser sind in der Mitte dünner als nach dem Rande zu, und machen die von jedem Puncte eines Gegenstandes auf sie fallenden Lichtstralen divergirend. Fig 26. G H sey eine biconcave Linse, a und b seyen Stralen eines sehr weit entlegenen Gegenstandes, die dem ungebrochen durchgehenden Axenstral c C parallel einfallen; durch die Brechung gehen sie nach d und e divergirend fort, ohne hinter dem Glase jemals eine Vereinigung zu gestatten, also ohne einen wirklichen Brennpunkt, und ein wirkliches Bild darzustellen. Verfolgen wir aber die Stralen d und e in Gedanken rückwärts, so werden sie aus einem Puncte F zu kommen scheinen, der vor der vorderen Seite des Glases liegt, und der eingebildete Brennpunct oder der Zerstreuungspunct des Hohlglases, so wie die Weite desselben von dem Glase die negative Brennweite oder Zerstreuungsweite (die bei einerlei Halbmesser der Flächen dem Halbmesser gleich ist) genannt wird. Fallen die Stralen convergirend ein, so wird entweder ihre Convergenz gemindert (z. B. es fielen neben a und b sehr convergirende Stralen ein, so würden diese mit verminderter Convergenz hinter dem Glase fortgehen, und hier den Axenstral in C wirklich schneiden), oder sie werden hinter dem Glase parallel oder divergirend; je nachdem die Convergenz der Stralen vor dem Glase stark oder geringe war. Fig. 32. IK stellt eine planconcave Linse vor; die (aus einem dickeren Medium in das dünnere derselben Linse) einfallenden convergirenden Stralen a b würden ohne Brechung sich in F vereinigen, werden aber durch die Brechung entweder parallel, oder auseinanderfahrend. Die Stralen α, β bezeichnen den letzteren Fall. Die Zerstreuungsweite der planconcaven Linse ist dem Halbmesser gleich. Bei dem convexconcaven Glase ist die Divergenz der Stralen nach dem Durchgange noch geringer als bei dem planconcaven, und die Zerstreuungsweite ist mithin noch gröfser, als bei diesem. — Während convexe Gläser (wie die Hohlspiegel) unter den oben angeführten Umständen vergröfseren, verkleineren die Hohlgläser (gleich den erhabenen Spiegeln). Die Brennweite der Hohlgläser wird wie die der convexen Linsen berechnet, nur müssen die Halbmesser als negative Gröfsen gesetzt werden. Vergl. m. Grundzüge S. 291 — 299.

8) Die Einrichtung und Wirkung mehrerer hieher gehöriger optischer und dioptrischer Vorrichtungen s. m. Grundzüge a. a. O. u.

weiter unten; desgleichen über den Bau und die Wirkung des **Auges** ebendas.

E) Von den Farben.

§. 162.

Vers. LIV. Man lasse in einem finsteren Zimmer durch eine kleine runde Oeffnung F (Fig. 28.) Sonnenstralen auf ein gläsernes dreiseitiges Glasprisma P D fallen, sie werden nach geschehener Brechung hinter dem Prisma divergirend fortgehen, und von der weissen Wand a b aufgefangen, in S kein rundes und weisses Bild der Sonne machen (wie geschehen müſste, wenn die Stralen nach der Brechung in ebenen Flächen ihren vorigen Parallelismus beibehalten hätten), sondern ein länglich viereckiges, oben und unten krummlinig begrenztes Bild entwerfen, welches viele in einander sich verlaufende Farben zu erkennen giebt, von denen man von unten nach oben hauptsächlich folgende deutlich unterscheiden kann: roth, orange, gelb, grün, himmelblau, indigoblau und violett, die mit ihren Rändern mehr oder weniger in einander flieſsen. Man nennt diese Farbenschichtung das Farbenbild (Spectrum), die daran wahrzunehmenden Farben prismatische, einfache oder Grundfarben (Colores simplices, primitivi) dieselben von den Farbennüancen und gemischten Farben (C. secundarii, mixtae) unterscheidend, und das Phänomen selbst (seit Neuton, der es im Jahr 1666 mittelst eines Glasprisma genauer untersuchte, während es Grimaldi 1665 auf ähnliche Weise dargestellt hatte) die verschiedene Brechbarkeit des

Lichtes (Diversa refrangibilitas staminum lucis) oder die Farbenzerstreuung.

1) Läfst man nämlich in einem durchaus finsteren Zimmer, einen einzelnen Farbenstreifen, des sehr reinen Prisma, in hinreichender Entfernung durch eine kleine Oeffnung eines vertical gestellten schwarzen Schirmes (und zur besseren Sonderung von anders gefärbten Streifen, nochmals durch eine zweite ebenfalls sehr kleine Oeffnung eines zweiten schwarzen Schirmes) in ein zweites sehr reines Prisma fallen, so wird der einfach gefärbte Stral auf der hinterstehenden weissen Wand nach dieser zweiten Brechung aufgefangen, ein kreisrundes einfach gefärbtes Bild darstellen, von der Farbe welche der Stral durch die erste Brechung erhalten hatte. Bringt man auf diese Weise, durch vorsichtiges Umdrehen des ersten Prisma, nach und nach alle oben genannten Farbenstreifen durch die Oeffnungen unter einerlei Einfallswinkel ins zweite Prisma, und von hier auf die Wand, so bemerkt man dafs der rothe Stral der niedrigste ist, der orange etwas höher, und so fort der violette am höchsten liegt; woraus Neuton folgerte, dafs der rothe Stral am wenigsten und der violette am stärksten gebrochen werde, und dafs mithin die verschiedenen gefärbten Stralen des Farbenbildes, ein verschiedenes Brechungsverhältnifs in einerlei brechenden Mitteln haben, oder, dafs jedem abweichenden Brechungsverhältnifs im Prisma, eine eigenthümliche bestimmte Farbe angehört; m. Grundzüge S. 311.

2) Denen Resultaten der Neutonschen (späterhin vielfältig bestätigten) sehr genauen Versuche zufolge, ist das Brechungsverhältnifs beim Uebergange aus der Luft in Glas (des Neutonschen Prisma):

		Brechungssinus.		Einfallssinus.
für das rothe	Licht - - -	77 bis $77\frac{1}{8}$	:	50.
— — orange	—	- - - - - - - $77\frac{1}{4}$	:	50.
— — hellgelbe	—	- - - - - - - $77\frac{1}{3}$	:	50.
— — grüne	—	- - - - - - - $77\frac{1}{2}$	:	30.
— — himmelblaue	—	- - - - - - - $77\frac{2}{3}$	:	50.
— — indigoblaue	—	- - - - - - - $77\frac{7}{9}$	:	50.
— — violette	—	- - - $77\frac{7}{9}$ — 78	:	50.

Dieses giebt den Einfallssinus = 1 gesetzt, das Berechnungsverhältnifs

des Violett = 1,5555 bis 1,56
Indigblau = 1,5533 — 1,5555
Hellblau = 1,55 — 1,5533

Grün	= 1,5466 bis 1,55	
Gelb	= 1,544	— 1,54667
Orange	= 1,5425	— 1,544
Roth	= 1,54	— 1,5425

Daher setzt N das mittlere Brechungsverhältnifs aus der Luft in Glas fürs grüne Licht wie 31: 20 fest. Setzt man nach N. die Länge des Farbenbildes = 1, so beträgt die Höhe des rothen farbigen Streifens (eines Prisma aus Spiegelglas) $\frac{1}{8}$, des orangen $\frac{3}{40}$, des hellgelben $\frac{2}{15}$, des grünen $\frac{1}{6}$, des himmelblauen $\frac{1}{6}$, des indigoblauen $\frac{1}{9}$, des violetten $\frac{2}{9}$, und wird der Umfang eines Kreises nach Verhältnifs dieser Räume eingetheilt, so kommen fürs Rothe 45, fürs Orange 27, fürs Hellgelbe 48, fürs Grüne 60, fürs Hellblaue 60, fürs Indigoblaue 40 und fürs Violette 80 Grade dieser Peripherie.

3) Fängt man die Stralen, bevor sie durchs Prisma gehen, mit einer convexen Linse (oder mit einem Hohlspiegel) auf, so erscheint das Farbenbild (welches innerhalb der Vereinigungsweite der Linse von der weissen Ebene aufgefangan wurde) länglich und schmal, mit sehr deutlichen Farben. Fängt man einzelne Bündel der gefärbten Stralen durch eine convexe Linse auf, so behält das davon entworfene im Vereinigungspuncte der Linse kreisrunde Bild, dieselbe Farbe bei, welche der Stralenbündel vor dem Durchgange durch die Linse hatte, und die rothen Stralen haben die gröfste, die violetten die kleinste Vereinigungsweite. Hieraus folgt zugleich, dafs die durch Linsen gehenden weissen Stralen (so fern sie hier Farbenzerstreuung erleiden) verschiedene Bilder machen müssen; diese decken sich, jedoch nicht vollkommen, und daher der violette und blaue Rand um die durch convexe Linsen in dioptrischen Werkzeugen gemachten Bilder; welche Unvollkommenheit, die Abweichung der Stralen wegen der Farben (Aberratio ob diversam refrangibilitatem) genannt, und durch achromatische Gläser aufgehoben wird; f. weiter unten.

4) Läfst man hingegen im finsteren Zimmer die aus dem Prisma kommenden gefärbten Stralen, sämmtlich durch eine convexe Linse gehen, so erscheint im Vereinigungspuncte derselben, das farbenlose runde Bild der Sonne, welches mit einem Stück weissen Papier aufgefangen werden kann. Rückt man das Papier jenseits des Vereinigungspunctes nach der Linse zu näher, so erscheint das gewöhnlich gefärbte Bild mehr verengt in der vorigen Farbenordnung; entfernt man hingegen das Papier diesseits des Vereinigungspunctes von der Linse, so liegen die Farben des ebenfalls wieder erscheinenden erweiterten Spectrums, wegen der Durchkreuzung der Stralen, in umgekehrter Ordnung. Hinter einem Glase mit parallelen Brechungsflächen, entsteht kein Far-

benbild, weil die ausfahrenden Stralen mit den einfallenden wieder parallel, mithin so vereint werden, wie sie beim Einfallen waren. Darstellung des kreisförmigen Farbenbildes mittelst eines gläsernen Kegels; Ueberdeckung eines von einem Prisma entworfenen Farbenbildes durch ein zweites demselben Prisma angehöriges, auf die entgegengesetzte Seite fallendes Spectrum, mittelst eines metallenen Hohlspiegels. Entstehung des Pfirsichblüthroth etc. auf bemerktem Wege.

5) Ehe wir es noch versuchen, das Phänomen der sogenannten Farbenzerstreuung und die davon abhängigen Erscheinungen zu deuten, wollen wir uns mit denjenigen Folgerungen bekannt machen, die man vorzüglich seit Neuton aus den angeführten Beobachtungen ableitete. Das weisse Sonnenlicht sey kein einfaches, sondern ein aus farbigen Stralen zusammengesetztes Licht, und die Darstellung der prismatischen Farben sey derjenige Procefs, in welchem das weisse Licht, wegen der verschiedenen Brechbarkeit seiner Bestandtheile in diese Hauptfarben zerlegt werde. Die Besonderheit der 7 Hauptfarben, werde dadurch bewiesen, dafs keine derselben durch's Prisma weiter in ungleichartige Farben zerlegbar sey, während andere gemischte Farben, z.B. die Vereinigung des gelben und blauen Strals zu Grün, durch weitere prismatische Brechung wiederum in Gelb und Blau auseinander gehen, was hingegen bei dem ursprünglich grünen Stral des Farbenbildes nicht der Fall ist. Der Neutonschen Beobachtung, dafs das ursprünglich Orange (Grün, Hellblau und Violett) durch fernere Brechung nicht weiter in die angeblichen Bestandtheile auseinandergehe, glaubt man dadurch zu begegnen, dafs man annimmt; die Einungskraft der Bestandtheile des ursprünglichen Orange etc. sey stärker, als das Zerlegungsvermögen des Prisma; wobei es jedoch immer paradox bleibt, dafs dieses nicht der Fall ist, bei einem aus rothen und gelben Stralen des Farbenbildes künstlich erzeugtem Orange.

6) Die Erfahrung aller Künstler lehrt dagegen, dafs Roth, Gelb und Blau durch Mischung alle übrige Farben zu erzeugen vermögen, und dafs jeder beliebige Farbenton (jede verlangte Aufhellung oder Dunkelung) durch Zusatz von Weifs oder Schwarz d. i. vom farblosen ungeschwächtem und farblosen geschwächtem Lichte, hervorgebracht werden kann; wie man denn auch wirklich ein dem prismatischen Orange ähnliches Gelbroth, und ein dem prismatischen Grün ähnliches Grün (Blaugelb oder Gelbblau), desgleichen ein dem Violett des Spectrums ähnliches Violett (oder Purpur und Lilas, d. i. bläulich Roth und röthlich Blau) erhält; wenn man im finstern Zimmer für den ersten Fall rothe und gelbe, für den zweiten gelbe und blaue

und für den dritten Fall blaue und rothe prismatische Stralen mittelst Hohlspiegel zur Ueberdeckung bringt; jedoch haben diese gemischten Stralen Brechungen, welche mehr oder weniger von den ursprünglichen prismatischen Farben gleiches Ansehens abweichen. Vorzüglich ist dieses beim künstlichen Violett der Fall; vergl. m. Grundzüge S. 317. — Tobias Mayer, den Erfahrunben der Künstler vertrauend, nahm statt sieben nur drei Hauptfarben: Roth, Gelb und Blau an. (Nollet befolgte eine ähnliche Annahme). Mayer stützte seine Annahme hauptsächlich auf folgende Beobachtungen: Theilt man eine um ihre Axe bewegliche kreisförmige Scheibe (Farbenspindel) in sieben Sectoren, die mit Pigmenten überstrichen werden, welche die sieben Hauptfarben zu represenliren vermögen, dergestalt dafs für die rothe Farbe 45°, für die Orange 27°, für die Gelbe 48°, für die Grüne 60°, für die Himmelblaue °, für die Indigoblaue 40°, und für die Violette 80° des Kreisumfanges kommen, und dreht nun die Scheibe um ihre Axe, so erscheint alles weifs. Beobachtet man andere Theilverhältnisse der genannten Farben, so erhält das Auge unter den angeführten Umständen, farbige Eindrücke. Eine Farbenspindel, nur in drei Sectoren, einen rothen, blauen und gelben getheilt, und schnell herumdreht, giebt aber auch reines Weifs. Das Farbendreieck. Tob. Mayeri commentatio de affinitate colorum, in dessen Operibus ineditis cura G. C. Lichtenberg. I. Götting. 1775. 4. Dasselbe Weifs erhält man aber auch, wenn man nach Wünsch, die Farbenspindel mit Roth, Grün und Violett bestreicht; W. betrachtet daher aus diesem und anderen Gründen, die rothe, grüne und violette Farbe als die eigentlichen Hauptfarben. C. E. Wünsch Versuche und Beob. über die Farben des Lichts. Leipz. 1792. 8. Beob. und Vers. über farbiges Licht von J. G. Voigt in Grens N. Journ. d. Phys. III. 255. Bei allen Versuchen der Art, mufs indefs nicht vergessen werden zu beachten, dafs die zur Bemalung des Farbencirkels gebrauchten Pigmente nichts weniger als reine, sondern gemischte Farben sind, dafs dieselben nie gesättigt erscheinen (d. h. nie alles zugehörige Licht zurückstralen) und dafs auch selbst die Mischung der Farbenstralen mittelst mehrerer Prismen (wohin verschiedene von Wünsch angestellte Vers. gehören), bisher nichts weniger als sorgfältig genug unternommen wurde, um reine, die geringere Zahl der Hauptfarben in Schutz nehmende, Resultate zu gewinnen. Vergl. Prieur: Mémoire sur la décomposition de la lumière en ses élémens les plus simples und dagegen Mollweide's scharfsinnige Bemerkungen über die Reduction der Neutonischen sieben Hauptfarben auf eine geringere Anzahl in Gehlens Journ. f. Chemie u. Phys. I Bd.

651 u. ff. Ueberhaupt beruht aber der Streit über die Zahl der Hauptfarben des Spectrums auf ein Misfsverständnifs. Denn erwägen wir 1) dafs bei der prismatischen und jeder durch ungleiche Brechung bedingten Farbenzerstreuung jeder einzelne Stral neben der Brechung welche er erleidet auch eine Verbreitung erfährt, die ihn in einen Stralenkegel umwandelt, 2) dafs mithin, wenn nur eine Art von Farbenstral, und diese nur in Form eines Strals durch's Prisma gienge, wir an der Stelle, wo sonst im Spectrum sein ihm zugehöriger Farbenstreifen erscheint, ein rundes einfarbiges Bild erblicken würden, 4) und dafs daher das Spectrum nothwendig aus einer unendlichen Menge übereinander geschobener Farbenkreise besteht, von denen jeder nächstfolgende um ein Minimum tiefer liegt, als der nächstvorhergehende, so fällt der Streit über die Zahl der Hauptfarben von selber weg. Die beiden Blau, das lichte und dunkle, sind von Newton vielleicht nur der Zahl 7 zu lieb getrennt worden, wiewohl eine solche Theilung in lichtere und dunklere Farbe gleiches Namens, bei den übrigen sechs Hauptfarben zwar nicht fehlt (indem in jeder die Unterschiede gröfserer und geringerer Intensität des Lichtes, also die Spaltung in mit mehr Weifslicht und mit mehr Dunkellicht versehene Stralengrenzen nachweisbar sind) aber nicht so deutlich hervortritt, als beim Blau. Hiedurch erledigt sich dann auch zugleich die Frage nach der sogenannten Einfachheit der Farben. Es ist aus dem Vorhergehenden klar, dafs das Prisma nicht das Mittel gewähren kann einfache (d. h. aus unbedeckten Farbenkreisen entspringende) Farben darzustellen, und in dieser Rüchsicht genügen selbst jene Pigmente mehr, als die Farben des Spectums, welche mit grofser Farbenreinheit grofse Farbensättigung verbinden; wie z. B. für das „Roth" der reinste Carmin, für das „Gelb" das künstliche chromsaure Bley oder auch das Gättägelb (Gummi Guttae) und für das „Blau" der reinste Indigo (für Orange der sogenannte Spiefsglanzgoldschwefel oder besser der mit Boraxsäure und Zinnauflösung versetzte Curcuma-Auszug; für „Grün" der geistige Auszug der Pflanzenblätter, z. B. der Sellerie und für „Violett" die Pigmente der Blumen einiger Spielarten der Malva arborea, oder auch der mit salzs. Zinn versetzte Blauholzabsud). Sehr schmale, an einem Ende zugespitzte, mit einem oder dem andern der erwähnten Pigmente gehörig überstrichene Streifen, behalten durch's Prisma betrachtet ihre Farbe fast ungeändert. Hat man nun aber auch Pigmente von solcher Güte, und bestreicht mit dem Blau, Gelb und Roth die Mayer'sche Farbenscheibe, jedoch nicht in der zur Erzeugung des Umschwungs-Weifs (oder vielmehr Lichtgrau) nöthigen Theilung in Farbenbogen von 120°, son-

dern dergestalt, das das Roth einen Bogen von 190°, Blau und Gelb jedes 90° umspannen, so entsteht durch schnellen Umschwung ein Weifs (= 270°) mit vorherrschendem Roth, oder, was dasselbe sagen will: helles Roth; und betrug die Scheibenbedeckung für Roth nur 90°, während für Blau 135° und ebensoviel für Gelb kamen, so entspringt ein lichtes Grün. Aehnliche Versuche gewähren rothe, gelbe und blaue Glasscheiben von veränderlicher Dicke, wenn man durch dieselben Sonnenlicht auf die weisse Wand eines finsteren Zimmers fallen läfst, und es zeigt sich in diesen und ähnlichen Versuchen, dafs Grün = $\frac{1}{2}$ Blau + $\frac{1}{2}$ Gelb ist, wenn Roth = 1 gesetzt wird. (Weniger gelangen Newton dergl. Versuche, als er siebenerlei, den sieben Hauptfarben des Spectrums entsprechende Pigmente zusammen mengte; er erhielt stets ein schmutziges Grau, statt des gehofften Weifs.)

7) Farben, welche einander unter den eben erwähnten Bedingungen zu Weifs auszugleichen vermögen, nennt man Ergänzungs (complementaire) oder Entgegnungs (polare) oder Gegenfarben. Für das „Roth" ist das Grün (und umgekehrt für das Grün das Roth), für „Gelb" das Violett und für „Blau" das Orange die zugehörige Gegenfarbe.

8) Die grünen, blauen und violetten Stralen des Spectrums, leuchten zusammengenommen nur so stark, als der gelbe Stral, der, nach Biot, auch genau das mittlere Brechungsverhältnifs hat, wie ihm Versuche mit Prismen von kleinen Brechungswinkeln (und mithin von geringer Farbenzerstreuung) lehrten.

9) Läfst man in dem Brennraume eines zweiten Hohlspiegels das dunkelgraue (an Schwarz grenzende) Bild einer von dem ersten Hohlspiegel befindlichen schwarzen Kugel sich darstellen und wirft dann, mittelst eines Prima's die Farbenstralen des Spectrums oder mittelst gefärbter Gläser und vor denselben befindlicher planer Fangspiegel gefärbte Stralen durch das dunkle Luftbild, so nehmen die Farben beträchtlich an Tiefe (oder Dunkelung) zu, so dafs z. B. Gelb in Braun und Orange in Braunroth herabgestimmt wird. Das Luftbild einer weissen Kugel hellt hingegen jede der Farben merklich auf. (Gefärbte Gläser lassen auch bei gröfster Farbensättigung den gröfsten Theil des Lichts als Weifslicht durch, wie dieses das zum Auffangen solchen Farblichtes benutzte Prisma zeigt, indem es das gewöhnliche Spectrum mit der vorherrschenden Farbe des Glases gewährt. — Läfst man das Bild einer weissen Kugel vor dem zweiten stahlgrauen Metallspiegel sich bilden, während die Kugel vor dem goldbelegten Spiegel hieng, so ist das von der Seite her theilweise auf Papier aufzufangende Luftbild blafsgrün gefärbt; vergl. oben S. 433.

10) Lüdike zeigte bereits in Gilberts Ann. V. 272, daſs nicht immer alle prismatische Farben nöthig sind, um auf einem Schwungrade mittelst geschwinder Umdrehung einen weissen Lichteindruck hervorzubringen, sondern daſs schon drei, nach den Verhältnissen musikalischer Accorde gewählte Farben, zum Theil Weiſs, zum Theil eine dem Weissen sehr nahe kommende lichte Farbe geben. Hieher gehört auch Neutons Bemerkung, daſs Farben, die innerhalb einer gewissen Grenze liegen, gemischt die mittlere Farbe hervorbringen, und daſs die ausserhalb dieser Grenze liegenden, gemischt von jenem Mittel sehr abweichen und oft sehr licht werden; Bemerk. 6). Aehnliche Bemerkungen verdanken wir den Bemühungen eines Leonardo da Vinzi, Schäfer, Schiffermüller, Lambert, Mayer und Lichtenberg; das am tiefsten Gedachte haben aber neuerlich Runge und Steffens darüber beigebracht, in der: Farbenkugel oder Construction des Verhältnisses aller Mischungen der Farben zu einander, und ihrer vollständigen Affinität, mit angehängtem Vers einer Ableitung der Harmonie in den Zusammenstellungen der Farben. Von P. O. Runge, Maler. Nebst einer Abhandl. über die Bedeutung der Farben in der Natur, von H. Steffens. Hamburg 1810. 4. Nach R. ist eine harmonische, disharmonische und momentane Zusammenstellung der Farben möglich, und zwei nebeneinander gestellte Farben, wirken, wenn sie vermischt werden, entweder widerstreitend auf einander (z. B. Roth und Grün in Grau) oder sich zu einander neigend (Roth und Orange), oder sich productiv vereinigend und sich so in ihrem Producte verlierend (Roth und Gelb zu Orange). Die Farben verhalten sich überhaupt zu dem Auge als mehr oder weniger entgegengesetzte individuelle Kräfte, welche im Grau, als dem Gegensatze aller Farbenindividualität, ihre allgemeine Auflösung finden. Als reine Farben erscheinen blau, gelb und roth, sich einerseits an das Schwarze, andererseits an das Weisse anschlieſsend; indeſs sind die meisten hieher gehörigen Versuche aus den Phänomen der Beugung (S. 439.) erklärbar. Malt man z. B. (nach Steffens) ein tief schwarzes Quadrat einen halben Zoll lang und breit auf weisses Papier; daneben einen viereckigen schwarzen Rand, $\frac{1}{4}$ Zoll breit und zwei Zoll lang, der eine lange, schmale, 3—4 Linien breite weisse Fläche von allen Seiten umschlieſst, und beobachtet beide anhaltend mit fast geschlossenem Augen, so werden sich diese schnell blinzend auf und nieder bewegen, und an den Rändern das prismatische Farbenbild erblicken, nämlich bei der schwarzen Fläche auf weissem Grunde oben blau, unten roth und gelb, bei der weissen Fläche auf schwarzem Grunde, oben roth und gelb, unten blau. Aehnliche Versuche hat

früher v. Göthe angestellt; vergl. dessen Beiträge zur Optik. Weimar. kl. 8. I. 1791. II. 1792. und Grens Bemerk. darüber in dessen Journ. d. Phys. VII. 3. ff. Auch gehört hieher die bekannte Bemerkung, dafs sehr schwarze Buchstabenschrift unter oben angegebenen Umständen, dem Auge mit gefärbtem Rande erscheint. — v. Göthe's Bemerkungen gemäfs, machen zwei Gegenfarben nebeneinander beschaut, auf das Auge stets einen gefälligeren Eindruck, als zwei einander näher liegende; z. B. Orange und Blau mehr als Gelb und Blau etc.; v. Göthe zur Farbenlehre. Tübingen 1810. 2. Die bedeutendsten der hieher gehörigen v. Göthe'schen Versuche sind folgende: vollkommen weisse und vollkommen schwarze Flächen, zeigen durchs Prisma beschaut keine Farben; wohl aber bemerkt man dergleichen an allen Rändern. a) ein weisser Streifen auf schwarzem Grunde, der Länge nach vor dem Prisma liegend, zeigt, wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten zugekehrt ist: oben einen rothen und gelben, und unten einen hellblauen und violetten Saum, welche letztere ins Schwarze stralen. Liegt der schmale weisse Streifen der Queere nach vor dem Prisma, so erscheint er mit Roth, Gelb, Hellblau und Violett ganz bedeckt; und ist er weit genug vom Prisma entfernt, so sieht man auch noch in der Mitte zwischen Gelb und Hellblau einen grünen Streifen, wobei das Gelb öfters vollkommen verschwindet. b) ein schwarzer Streifen auf weissem Grunde, der Länge nach vor dem Prisma liegend, zeigt unter angegebener Bedingung, oben einen hellblauen und violetten, unten einen gelben und rothen Saum, welche letztere ins Weisse stralen. Liegt der schwarze Streifen parallel mit der Axe des Prisma, so erscheint er mit Hellblau, Violett, Roth und Gelb ganz bedeckt; und bei hinreichender Entfernung wird die hochrothe Farbe phirsichblüthroth. c) Ist der brechende Winkel des Prisma während des Durchsehens nach oben zu gerichtet, so zeigen sich alle zuvor bemerkten Phänomene umgekehrt. Eine grössere Menge von hieher gehörenden Beobachtungen und Versuchen, so wie Bemerkungen gegen die Newtonsche Farbentheorie, und Entwickelung der v. Götheschen Theorie, worin der sogenannte Gegensatz von Licht und Finsternifs (Helle und Schatten, Weisse und Schwärze) als in dem Gegensatze der Hauptfarben wiederkehrend, nachgewiesen ist, haben wir in v. Göthe's „Zur Farbenlehre" erhalten; siehe weiter unten Schon Aristoteles liefs die Farben aus Mischung von Licht und Schatten hervorgehen, wogegen sich aber bereits Seneca erklärte; vergl. Mollweide a. a. O. 700. ff — Uebrigens ist der Grund der Verschiedenheit der Farben in Rücksicht auf unser Auge subjectiv, und es ist wahr-

scheinlicher, dafs entgegengesetzte Farben durch Entwickelung entgegengesetzter Electricitäten im Augennerven, wo nicht begründet, doch davon begleitet werden, als dafs, wie Westfeld (die Erzeugung der Farben. Götting. 1767. 8.) will (vergl. oben S. 454.), der Unterschied in verschiedener Erwärmung der Nervenhaut zu suchen sey. Vergl. die Bemerkungen über das farbige electrische Licht, 548. Büffons zufällige Farben. Hamb. Mag. I. 425. Darwins Zoonomie I. 30.

11) Rücksichtlich der v. Götheschen Versuche sind noch besonders merkwürdig die sogenannten gefärbten Schatten, welche entstehen, wenn man von einem und demselben Körper, durch verschiedenes Licht, auf eine gewisse Fläche die Schatten werfen läfst. Z. B. wenn man bei anbrechendem Tage durch den Finger, den Schatten einer brennenden Kerze auf ein weisses Papier fallen läfst, während zu gleicher Zeit von ihm ein Schatten durch das Tageslicht auf das Papier geworfen wird, so findet man den ersteren dem Kerzenlichte zugehörenden und vom Tageslichte erleuchteten Schatten, hellblau, und den vom Kerzenlichte erleuchteten Schatten des Tageslichtes gelblich. Vergl. Gr. v. Rumford in Grens N. Journ. d. Phys. II. 58. Auf gleiche Weise bilden sich blaue Schattensäume, wenn man ungeschwächtes Licht der hoch stehenden Sonne neben schwächeren, z. B. Kerzen- oder reflectirten Licht, z. B. einer gelben Wand oder gelben Tischplatte, auf weisses Papier fallen läfst. — Zum Theil gehören hieher auch die bei der Beugung des Lichtes vorkommenden Farbensäume (Jordan in Gilberts Ann. XVIII. St. I. u. S. 791. dies. Grundr.), und die gefärbten Ränder welche man bemerkt, wenn man den Finger nahe vor dem Auge vorüber bewegt, während man nach dem Rahmen eines hellen Fensters sieht; wo der Rahmen auf der Seite, auf welcher der Finger steht, roth und gelb auf der gegenüberstehenden violett und blau begrenzt erscheint. Pietro Petrini erklärt die Schattenfärbung durch die Annahme, dafs dem sehenden Auge, wenn es gleichzeitig zwei verschieden geartete Lichteindrücke erhält, deren einer mit einem farbigen Bestandtheil von gröfserer Intensität wirkt, der schwächere Lichteindruck in demselben Maafse verschwindet, und davon nur die Gegenfarbe des schwächeren Lichtes übrig bleibt; wie der grüne Schatten eines Würfels auf weissem Papier zeige, der entstehe, wenn man das reflectirte Licht eines Blattes rothen Papiers zu gleicher Zeit auf das weisse Papier fallen lasse. Auch die Bläue des Himmels leitet man von der Einwirkung des an sich nicht weissen, sondern sehr schwach ins Gelbliche spielenden Sonnenlichtes (nach Newton's Ansicht: weil die gelben Stralen die leuchtendsten sind; s. oben S. 465.); die dunkele, d. i. Licht von ge-

ringer Intensität ins Auge sendende Himmelsluft gewährt dem Auge mit ihrem schwachen Lichte die Ergänzungsfarbe des farbigen Sonnenlichtes und des übrigen weiſs-gelblichen Lichtes irdischer leuchtender Materien. Indeſs steht die Farbensättigung der reinen Himmelsbläue (die dem vorherrschenden Gelb zufolge Violett erscheinen müſste) in der That mit der kaum merkbaren Färbung des Sonnenlichts nicht in Verhältniſs (vergleiche jedoch meine Grundzüge S. 329.), siehe hierüber weiter unten. — Einen sehr schönen hieher gehörigen Versuch beschreibt v. Göthe a. a. O. Nachdem man in einem dunkelen Zimmer zwei brennende Kerzen in gleicher Entfernung von dem Beobachter und ungefähr $1\frac{1}{2}$ Fuſs weit von einander so gegenüber gestellt hat, daſs ein zwischenliegender Bogen weissen Papiers, von einem auf dessen Mitte senkrecht gehaltenen Stäbchen zwei gleiche (durch das Gegenlicht erhellte und daher) graue Schattenbilder darbietet, bringt man vor die eine Flamme ein so groſses farbiges Glas, daſs dadurch die ganze Papierfläche einen der Farbe des Glases entsprechenden Farbenhauch erhält; der diesem Glase zugewendete Schatten wird mit demselben, nur etwas dunkelerem Farbenhauche erscheinen, während der entgegengesetzte, abgewendete Schatten die zugehörige Ergänzungsfarbe darbietet. War daher z. B. die Farbe des Glases grün, so erscheint die des Gegenschattens roth, war die erstere blau, so ist die letztere orange, war jene violett, so zeigt diese gelb und umgekehrt. (So sieht man auch zuweilen dem reinen Abendroth gegenüber grünliche Wolkenstreifen; Grundzüge S. 327). — Betrachtet man, den Rücken gegen die hochstehende Sonne gewendet, einen lebhaft farbigen, auf weissem Papier liegenden Streifen, unverwandten Blickes einige Zeit hindurch, und entfernt ihn dann schnell; so sieht man statt seiner auf dem Papier ein gleich groſses Bild von der entgegengesetzten Farbe. Vergl. auch v. Grotthuss in Schweiger's Journ. III 148. Rumford (a. ob. a O.) hält nicht nur diese, sondern auch die meisten der übrigen angeführten hieher gehörigen Phänomene für nur subjectiv begründet, und behauptet z. B., daſs der angeblich grüne Ergänzungsschatten in Petrini's Vers. (oben und Mem. di math. e di fisica della Soc. Jt. XIII. p. 11.) durch ein langes schwarzes Rohr gar nicht gesehen werde, was jedoch z. B. nicht der Fall ist, wenn ein gesättigt dunkel rothes Glas nahe vor das Licht gehalten wird, indem dann der Gegenschatten kenntlich grün ist. (Wie denn auch in Halley's Versuche die untere Fläche der ziemlich tief ins Meer getauchten Hand grün erscheint, während sich die obere Fläche roth darstellt). Wenn nun auch nicht geleugnet werden mag, daſs die Erscheinungen der Gegenfarben zum Theil subjectiv begründet sind, so ist dieses doch bei den-

selben im geringeren Maafse der Fall, als bei den eigentlich subjectiven (physiologischen oder sogenannten zufälligen) Farben, welche z. B. nach anhaltendem Lichtreize, mechanischem Druck gegen das Auge, durch Congestionen des Bluts, Schwindel und krankhafte Nervenzustände im Auge erzeugt werden, und vor denselben Bildern und Gegenständen anzugehören scheinen. Z. B. die sogenannten Spinnweben und gefärbten Scheiben vor den Augen der Schwachsichtigen nach kurz vorangegangenen starken Lichtreize (z. B. des blendenden Schnee's), deren Farben in einer Ordnung wechseln, welche jener der (weiter unten zu erwähnenden) Newtonschen „Farbenringe" entspricht, und nur in einem Auge erzeugt werden, wenn man während des Lichtreizes das andere verschliefst (Van Breda in Gilbert's Ann. LIV. 322.), desgleichen die von Buffon und Darwin bemerkte Farbenverkehrung, der gemäfs von anhaltendem direct einfallenden (für das Auge sehr gefährlichen) Sonnenlichte stark gereizte Augen, alle Gegenstände nacheinander roth, grünlich blau etc. sehen.

12) Merkwürdig ist es auch in obiger Hinsicht, dafs verschiedene durchsichtige Substanzen durch Brechung ein Licht von der Gegenfarbe desjenigen darbieten, welches sie durch Spiegelung wiedergeben. Sehr schön zeigt dieses der frisch bereitete Griesholzaufgufs (Inf. ligni nephritici). Setzt man nemlich (Rob. Boyle's Versuchen zufolge) eine mit dem frisch bereiteten Aufgufse gefüllte Glaskugel dem direct einfallenden starken Sonnenlichte aus, so erscheint die Flüssigkeit so farblos, wie reines Wasser; hängt man sie darauf in einen schwachen Schatten (so dafs sie weisses reflectirtes Licht erhält), so erscheint sie schön grün, tiefer in den Schatten (oder in dunkelere Schatten) tauchend spielt sie ins Rothe, und im vollen Schatten wieder grün (so dafs eine Vorrichtung der Art zum ungefähren Maafsstab der Intensität des reflectirten Weifslichts dienen kann) dabei jedesmal mittelst Brechung (Durchstralung) die Gegenfarbe darbietend, so dafs sie z. B. vor dem Lichte betrachtet roth, hinter demselben betrachtet grün erscheint. Auf ähnliche Weise wirken gefärbte Gläser; so z. B. giebt schwach grünes Glas von der vorderen Fläche ein grünes, von der hinteren ein rothes Bild (vorn blaues und hinten gelbrothes Glas läfst weisse Gegenstände grau scheinen); so, nach Hauy, weifsgelblicher Glimmer ein blaues; vergl. weiter unten.

13) Gewöhnlich nimmt man als Grund der blauen Schattensäume (Bemerk. 11.) die Himmelsbläue selbst an; wiewohl hieher gezogene, angeblich jene Annahme rechtfertigende Beobachtungen ihren Erscheinungen gemäfs, zum gröfsten Theil zu den subjectiven Ergänzungsfarben gehören. Z. B. gilt für jene Annahme die Spiegelung des

blauen Himmels mit ungeänderter Farbe des Spiegelbildes; wie denn auch in eine dunkele (weifswandige) Kammer, z. B. durch eine beiläufig 3—4 Zoll breite, 8 — 10 Zoll hohe und 10 — 12 Zoll tiefe Mauerspalte einfallendes Licht des wolkenlosen, blauen Himmels die gegenüber liegende weisse Kammerwand nicht nur am Schattensaume, sondern überall, wo sie beleuchtet ist, blau erscheinen läfst. Leitet man aber dieses Blau nicht von dem subjectiven Verhalten des Auges ab, so mufs man annehmen, dafs der blaue Himmel weisses Licht ungefärbt (oben S. 422.) durchlasse, während er selbst blaues reflectire; ein Verhalten, welches einzig in seiner Art wäre.

14) Nach Euler (a. a. O. vergl. S. 393. dies. Grundr.) ist in der verschiedenen Geschwindigkeit, mit welcher die Schläge des Aethers auf einander folgen, die Möglichkeit der Farben zu suchen. Die rothen Stralen haben die gröfste, die violetten die geringste Geschwindigkeit, und indem die geschwinden Stralen weniger gebrochen werden, als die langsameren, entsteht prismatische Farbenzerstreuung. Dunkele Körper geben dem Aether entweder Schläge von einerlei Geschwindigkeit, und erscheinen dann farbig, oder ertheilen dem Aether gar keine Schläge zurück, und sind dann schwarz. Das weisse Licht entsteht durch den Gesammteindruck von Aetherschlägen, die in ungleichen Zeiten, einige langsamer andere schneller, erfolgen. Die Vibrationsverhältnisse der Farben des Farbenbildes, verhalten sich zu einander ohngefähr, wie die Schallgeschwindigkeiten einer Octave; und deshalb glaubt E., dafs dem ersten Farbenbilde noch ein zweites (wie in der Musik auf eine Octave die nächste), jedoch schwächeres folge, dessen rothe Stralen mit den blauen des ersten vereint, die violetten Stralen desselben bewirke; wobei jedoch die Frage kaum genügend beantwortet ist, warum denn das Gelb dieses 2ten Farbenbildes (da es unter allen Farbenstralen am stärksten leuchtet) nicht sichtbar werde, wiewohl neueren (weiter unten zu erwähnenden) Versuchen zufolge, in der That jenseits des Violett noch sichtbare Stralen existiren. So wie nach Eulers Hypothese die Erklärung der Durchsichtigkeit und vorzüglich die der Brechung (und Polarisation) nicht ohne Schwierigkeit ist, so noch mehr die der Farbenzerstreuung, besonders läfst sich nicht einsehen, wie die Farbenzerstreuung nicht mit der mittleren Brechung im Verhältnifs stehe. (Die Entstehung des Schattens läfst sich hingegen schon an den Phänomenen des Echo und der Reflexion der Schallstralen durch Hohlspiegel versinnlichen). Noch vergleiche man hierüber Thom. Youngs Meinung, dafs das Licht Undulation eines elastischen Mediums sey; Gilberts Ann. 1806. 4 St. 337 — 396. u. oben S. 393. a. a. O. — Oken läfst das

Licht in einer Polarisirung (Spannung) des Aethers (des Durchsichtigen, vergl. Aristoteles Mein. 749.) bestehen: bewegter Aether dessen Polarität aufgehoben (z. B. durch dunkele Körper) giebt das Phänomen der freien Wärme; der leuchtende Körper hat (gleich der Sonne) das polarisirende, spaltende, der beleuchtete (gleich dem Planeten) das indifferenzirende, verschluckende Princip in sich; ruhender Aether ist (als relativer Gegensatz des Lichts) das Finstere, Unsichtbare etc. Das Farbenbild (eine mehrfache Polarität) ist der abgelenkte, und daher selbstleuchtende Schatten des Prisma, welches mehr als einen Schatten, so mit auch mehrere Farbenbilder auf die Wand wirft etc. Vergl. dessen Erste Ideen zur Theorie des Lichts, der Finsternifs, der Farben und der Wärme. Jena 1808. 4. u. Newtons erster Beweis für die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstralen, wodurch die Verschiedenheit der Farben erzeugt werden soll: widerlegt (?) von Oken; in Gehlens N. Journ. f. Chem. Phys. u. Min. VIII. 269. ff. Dagegen scheinen Th. v. Grotthuss opt. Vers. die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstralen über allen Zweifel zu erheben; vergl. a. a. O. S. 255 — 268. Mehrere dieser Versuche schliefsen sich den oben erwähnten v. Götheschen Versuchen an, und geben ausserdem noch ein Mittel an die Hand, die Entfernungen leuchtender Gegenstände auszumitteln, welche diese haben müssen, um dem Beobachter eine gleiche Quantität Licht zuzusenden; vergl. S. 773 dies. Grundr.

15) Aus den beigebrachten und ähnlichen Beobachtungen über das Farbenbild, scheint nach Wagner (a a. O. 68 ff.) zu folgen: dafs dieses Phänomen das Resultat einer continuirlichen Lichtbrechung ist, die durch continuirliche Vergröfserung des Brechungswinkel im Prisma (für jedes eigengeartetete Mittel mit eigenthümlicher Gröfse, oder nach eigenem Maafsstabe) fortschreiteud wächst (wobei jedoch der Grund der eigenthümlichen Farbenzerstreuungsgröfse, oder mit anderen Worten: die Ursache, warum verschiedene geartete Materien bei gleichem Brechungsvermögen ungleiches Farbenzerstreuungsvermögen besitzen, nicht mit in die Erklärung aufgenommen wird); dafs mithin ein bestimmtes Brechungsverhältnifs des Lichts, für das empfindende Auge, mit einer bestimmten Farbe nothwendig eins ist, und die rothe Farbe dort erscheint, wo das Licht (dem Brechungswinkel am nächsten und somit den kürzesten Weg durch das Glas beschreibend) am wenigsten gebrochen wird, die violette hingegen, wo es (dem Brechungswinkel am fernsten und somit den längsten Weg durch das Glas beschreibend) am meisten gebrochen wird. Hieraus folgt, dafs alle durchsichtige Körper das Farbenbild zu erzeugen vermögen, wenn ihr Volum nach

irgend einer Seite fortwährend in Abnahme ist, und dafs, wenn das Prisma um seine Axe gedreht wird, die Farben in der Ordnung verschwinden oder erscheinen müssen, je nachdem das Prisma dem Lichte den Brechungswinkel mehr oder weniger zuwendet, und die Farben eine geringere oder stärkere Brechbarkeit des Lichtes anzeigen. Erinnern wir uns nun, dafs alle Körper ausser der scheinbaren eine wirkliche durchsichtige Oberfläche darbieten, so wird es jetzt klar, warum dieselben in einer gewissen Richtung gegen das Licht gehalten, mit Regenbogenfarben spielen (WAGNER a. a. O.), indem das Licht (sowohl beim Einfallen als auch) bei der Reflexion jene Farben erzeugende Brechung erleidet. Hieher gehört das Farbenspiel schmelzender oder auch bereits in Oxydation begriffener Metalle: der Blick des Silbers; der bunt angelaufene Stahl, das phauenschweifig-, regenbogenfarbig- taubenhälsig und stahlfärbig buntangelaufene, die Farbenverwandelung, das Irisiren und Opalisiren; das Schillern (Schillertaffent, die Flügel der Papillons, die Federn am Halse der Tauben, Papageien etc.); die Farben der Seifenblasen, die Farben alter Fensterscheiben von schlechtem Glase, die von NEWTON und späterhin vom Abbe MAZEAS (Memoires de l'Academie de Prusse. 1752.) BIOT u. a. beob. Farbenringe zweier, zuvor gut abgetrockneter und erwärmter, genau mit ihren Oberflächen durch Reiben in Berührung gesetzter Glasplatten etc., siehe weiter unten.

16) Nach NEUTON entstehen die beständigen Farben der Körper, wenn das einfallende Licht vor der Reflexion in dem Mitsammenseyn seiner farbigen Bestandtheile geändert wird, indem eine oder einige der farbigen Hauptstralen durch Anziehung des reflectirenden Körpers verschluckt (oder verlangsamt) die übrigen zurückgeworfen (abgestosfen) werden. Jede eigenthümlich farbig erscheinende Materie besitzt hiernach nicht nur ein bestimmtes Maafs von Farbenzerstreuung, sondern auch eine bestimmte Art und ein bestimmtes Maafs von Anziehung zu den einzelnen (die übrigen ausschliefsenden) Bestandtheilen des Weifslichtes. Was aber die Farbstralen im Weifslichte zu farblosem Lichte ausgleicht, ist NEWTON zufolge, nicht chemischer Gegenzug, sondern die in den verschiedenen Farbstralen quantitativ ungleiche Gewalt der Repulsion (ähnlich der Art wie Gase miteinander in demselben Raume zugegen sind, ohne chemisch vereint zu seyn; vergl. S. 183.), denn wäre es Gegenzug oder überhaupt Anziehung, welche die Farbstralen zu Weifslicht eint, so müfste die Repulsion des Weifslichts, wenn nicht aufgehoben, doch beträchtlich vermindert und das farblose Licht weniger leuchtend wirken, als das Farblicht. Dieser NEWTONschen Ansicht zufolge, verbunden mit der An-

nahme, dafs das Licht zwar eine sehr feine, aber dennoch den Raum (wenn auch für unsere Instrumente unwägbar) erfüllende Materie sey — ist die nächste Ursache der Farbensonderung gegeben in der Ungleichheit des Widerstandes, den die Durchsichtigen der Stralung des Weifslichts entgegensetzen, und der als das zusammengesetzte Resultat der ziehenden und der dehnenden (Ausdehnung im Raume bedingenden) Gewalten der Durchsichtigen zu betrachten steht, so dafs die Brechung, Beugung (und die Polarisation durch Anziehung; s. weiter unten) durch das Anziehungsvermögen, die Farbenzerstreuung (und die Polarisation durch Abstofsnng) hingegen durch die Repulsionskraft der Durchsichtigen bedingt werden, von denen die letztere (die dehnende Kraft) vielleicht dem bereits im Durchsichtigen angesammelten Lichte ihren Ursprung verdankt; vergl. S. 424. Ist es aber einerseits der ungleiche Widerstand der Mittel, und andererseits die ungleiche Repulsion der Mengtheile des Weifslichts, welche die Sonderung in Farblicht erzeugen, so wird bei zunehmender Masse die Sonderungskraft des Durchsichtigen und somit auch die Farbentrennung (Zerstreuung) abgeändert werden, und während die mehr repulsiven Stralen zurückgeworfen oder durchgelassen werden, erliegen die minder repulsiven der Gewalt der Anziehung des Durchsichtigen und verbleiben seiner Substanz. Sieht man sich nach Erscheinungen um, welche dienen können für jene Ansicht zu zeugen, so treten besonders zwei hervor: die Farben dünner Blättchen und die Absorption des Lichtes von Seiten der Durchsichtigen, zu deren Betrachtung wir übergehen wollen, nachdem wir nur noch zuvor auf einige vorzüglich die prismatischen Farben begleitenden Erscheinungen und Bestimmungen aufmerksam gemacht haben.

17) Leitet man in einem finsteren Zimmer den homogenen rothen Lichtstral auf Carmin oder ein anderes rothes Pigment, so wird der Glanz und die Lebhaftigkeit dieser Farbe erhöht. Leitet man hingegen den hellblauen Stral auf rothe Körper, so erscheinen sie fast schwarz. Vergleiche die vorläufige Notiz von ähnlichen Versuchen des Prof. Weiss in Leipzig; Hermbstädts Grundr. der Färbekunst I. 15. — Ueber Pigmente; Färber- und Zeugdruckerkunst, a. a. O. und Cap. VII. dies. Grundr.

18) Erhitzte feste Körper glühen zuerst mit blauer, dann mit rother und endlich mit weisser Farbe; ein ähnliches Durchlaufen der Hauptfarben, von der dem Schwarzen am nächsten blauen Farbe, hinauf bis zum Weifs, bemerkt man auch beim Verbrennen (vergl. Cap. VII.), beim Leuchten der Phosphoren (s. oben S. u. ff.)

an dem electrischen Funken (Cap. V. VI.) etc. Die Essigsäure erhöht die blaue Farbe der Weingeistflamme; die Boraxsäure, verschiedene salpetersaure Salze, mehrere Kupfersalze etc. färben die Flamme des Weingeists (und anderer brennbarer Körper) grün, die Alkalien gelb (das Ammoniak nach eignen Beobachtungen röthlichgelb), die erdigen Alkalien gelbroth oder feuerfarben und der Aetzstrontian, so wie dessen Salzverbindungen und zum Theil auch die des Kalks carminroth. In der organischen Natur sind die weissen oder hellgefärbten Stoffe, gewöhnlich die mehr oxydirten; die dunkeln und schwarzen die mehr hydrogenirten und kohlenstoffreicheren. — Die meisten Säuren sind weiſs, die Metalle, die Kohle, der Schwefel und Phosphor mehr oder minder gefärbt; die Alkalien, die Erden u. m. vollkommene Oxyde schwerer Metalle, weiſs, und letztere häufig minder gefärbt als die unvollkommenen Oxyde. (Ueber die Schwärze des Manganhyperoxyds u. n. a. mündl.) Häufig entspricht auch der Gegensatz von blau und roth, dem electrischen und chemischen Gegensatze. Die meisten Lüfte sind farbenlos, Chlorgas hingegen gelb, Euchlorin grün etc. Die hydrogenirten Metalle sind sämmtlich dunkel braun, schwärzlich oder blau; die Hydrate z. B. des Kupfers, Eisens etc. bei gleichzeitig gegebener Oxydation blaulichgrün oder grün. Vergl. auch: Steffens in Runge's oben angeführter Schrift.

19) Die durchsichtigen Medien sind entweder farbenlos oder gefärbt; im ersteren Fall lassen sie das Licht leuchtender Körper mit seiner ursprünglichen Weisse oder Färbung unverändert durch, im letzteren Fall hingegen ändern sie das Licht des durch sie zu sehenden Körpers mehr oder weniger ab. Hieher gehören die gefärbten Gläser (Cap. VII.) und die gefärbten Flüssigkeiten (z. B. Farbeflotten, verschiedene Metallauflösungen etc.) Weisse Gegenstände durch dergleichen Medien gesehen, erscheinen mehr oder weniger mit der Farbe des Mediums; farbige Gegenstände, wenn ihre Farbe mit derjenigen des Mediums übereinstimmt, erscheinen mit einer satteren übrigens unveränderten Farbe, wenn hingegen beide Farben, die des Gegenstandes und die des Mediums verschieden sind, mit einer veränderten (gewöhnlich gemischten) Farbe Das von weissen Wolken reflectirte Sonnenlicht ist in der finsteren Kammer aufgefangen gelblichweiſs; Einfluſs der Farbe der Planetenatmosphären auf die Weisse der von den Planeten aus zu schauenden Sonnenscheibe. Ueber das Farbenclavier —

20) Ist das Farbenzerstreuungsvermögen der Theile eines zusammengesetzten Prisma's einander entgegengesetzt, so kann da-

durch die Farbenzerstreuung gänzlich aufgehoben werden; hieher gehören die achromatischen Prismen aus Flintglas und Crownglas. Dasselbe erfolgt wenn zwei Prismen, das eine aus Crown, das andere aus Flintglas so gegen das einfallende Licht gestellt werden, daſs die Zerstreuungsgröſse des zweiten Prisma dem Zerstreuungswinkel des ersten Prisma gleich ist; oder auch, wenn zwei ganz gleiche Prismen von demselben Glase nahe an einander, aber in entgegengesetzter Stellung gehalten werden; das zweite Prisma sammelt dann die durch das erste zerstreuten Stralen wieder, so daſs sie hinter dem zweiten Prisma parallel der ursprünglichen Richtung und farblos fortgehen. Stehen also beide Prismen, von gleichen brechenden Winkeln, in der entgegengesetzten Lage des brechenden Winkels nahe hinter einander, so erleidet jeder Lichtstral im hinteren Prisma eine eben so starke niederlenkende Brechung, als er im vorderen aufwärts gelenkt wurde. Das durch die Farbenzerstreuung des ersten Prisma entstandene Farblicht, geht mittelst des zweiten Prisma wieder in Weiſslicht zusammen, weil alle Stralen von je zwei Gegenfarben der beiden Prismen wieder in einen Punct zusammentreffen, und mithin für sämmtliche Reihen solcher Vereinigungspuncte gilt, was die von Hohlspiegeln oder convexen Linsen in deren Brennpunkten vereinten (zur Kreuzung gebrachten) Farbstralen erleiden; S. 453. Dieselbe Farblosigkeit wird man aber auch zu erreichen vermögen, wenn man das Licht durch ein Prisma (oder eine erhabene Linse) fallen läſst, welches aus Gläsern zusammengesetzt ist, deren Farbenzerstreuungen beträchtlich von einander abweichen, während ihre Brechungen in einem Verhältniſs stehen, welches die Herstellung der Stralungsrichtung vor dem Einfall nicht gestattet, sondern die Stralen in einem bestimmten Grade den Lenkungen der gewöhnlichen Brechungsgesetze unterworfen erhält. Diese Bedingung ist z. B. erreicht in der Zusammensetzung der Prismen oder Linsen, aus jenen Gläsern von ungleicher Brechung und ungleicher Farbenzerstreuung, welche unter den Namen Crown- und Flintglas bekannt sind, und von denen das erstere (grünliches Spiegelglas) von stärkerer Brechung und das letztere ein farbloses (englisches Krystallglas) von stärkerer Farbenzerstreuung ist; dasselbe erreicht man aber auch durch in Hohlprismen oder Hohllinsen eingeschlossene Flüssigkeiten von groſser Farbenzerstreuung, wohin vorzüglich mehrere Metallauflösungen gehören (jedoch s. weiter unten). — Die erste Veranlassung zur Erfindung achromatischer Gläser gab Euler im Jahr 1747 durch seine aus der Einrichtung des Auges hergenommene Vermuthung, daſs — gegen Newtons Behauptung — allerdings Verbindungen von verschiedenen lichtbrechenden Mitteln denkbar seyen, durch welche Brechung ohne Far-

benzerstreuung gewährt oder vielmehr die entstehende Farbenzerstreuung wieder aufgehoben werde (ohne daſs die Brechungsrichtung der Stralen bedeutende Aenderung erleide), und daſs NEWTON irre, wenn er aus seinen Versuchen über die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes folgere: Brechung finde nie ohne Farbenzerstreuung statt, oder was dasselbe sagen will: die Farbenzerstreuung eines Mittels sey stets seiner mittleren Brechungskraft proportional. Vergl. EULER: Sur la perfection des verres objectivs des lunettes; in den Mém. de l'acad. roy. des scienc. de Prusse. 1747. p. 274. NEWTON's Folgerung veranlaſste denselben zur Erfindung der catoptrischen Fernröhre, da er die Aufhebung der Farbenzerstreuung in Glaslinsen und mithin die Darstellung das Licht farblos durchlassender dioptrischer Fernröhre oder sogenannter Achromate für unmöglich hielt. KLINGENSTIERNA (Schwed. Abhandl. d. Akad. d. Wiss. vom Jahr 1754.; KÄSTNER's Uebersetzung XVI. 300.) NEWTON's Behauptungen näher beleuchtend, zeigte, daſs nicht nur — wie NEWTON vermeinte — das aus Wasser und Glas stralende Licht farblos erscheine, wenn es dem einstralenden Lichte parallel bleibe, sondern daſs auch ohne diesen Parallelismus unter Bedingungen, wie sie EULER bezeichnet, Farblosigkeit gewonnen werde müsse. Wiewohl nun NEWTON vergeblich versucht hatte, achromatische Doppelobjective aus Glas und Wasser zusammen zu setzen, so bestimmten doch KLINGENSTIERNA's Untersuchungen den (im hohen Alter im Sommer 1820 verstorbenen) Mechanikus JOHN DOLLAND zu neuen hieher gehörigen Versuchen, und diese gaben ihm, was er keinesweges erwartete, nemlich aus Crown- und Flintglas zusammengesetzte, das durchstralende Licht farblos lassende Objective. Aus seinen Versuchen folgte, daſs die Farben zerstreuende Kraft des Flintglases zu jener des Crownglases sich nahe verhalte, wie 3 : 2, während die mittlere Brechung in beiden Gläsern wie 58 : 53 ist. Ein dergleichen zusammengesetztes achromatisches Prisma gab ihm eine Brechung = 11°, wenn der entgegengesetzte Brechungswinkel des Crownglases = 30° und jener des Flintglases = 19° war. Schon EULER zeigte, daſs dreifache Objective, aus 2 Sammelgläsern von Crownglas und einem zwischen liegenden Zerstreuungsglase von Flintglas den Doppelobjectiven vorzuziehen seyn; DOLLAND setzte bald darauf Objective aus einem convexen Crownglas und einem schwächer concaven Flintglase zusammen, welche vereint als ein Convexglas von längerer Brennweite wirkten und farblose Bilder gewährten, zog aber späterhin dreifach zusammengesetzte Objectivgläser den Doppelobjectiven vor; Verbesserungen, welche sein Sohn P. DOLLAND und GILBERT in London mehr und mehr vervollkommte. Die Schwierigkeit, daſs früherhin das Flintglas blos in England und auch dort

nur in kleinen Massen von hinreichender Gleichförmigkeit und Reinheit bereitet werden konnte, legte der Vervollkommnung und der Darstellung grofser Achromate beträchtliche Hindernisse in den Weg; Philos. Transact. Vol. L. 733. Kruines und Lancon (in Frankreich) stellten darauf ein Krystallglas dar, welches an Reinheit und Dichte das englische Flintglas übertraf, indem die Durchsichtigkeit desselben zu der des Flintglases sich verhielt wie 37 zu 33 und seine Farbenzerstreuung zu der des gemeinen Glases, wie 5 zu 2. Ein Flintglas von ähnlicher Güte wurde dann auch unter Schrickel's Leitung in Carlsruhe, aber ebenfalls nur in kleinen Massen verfertigt. Nach einem dem Inst. d. Wiss. zu Paris abgestatteten Bericht, gelang es dann d'Artigues ein dem besten engl. Flintglase gleichkommendes franz. Krystallglas darzustellen, aus welchem Cauchoix treffliche achromatische Objective schliff; am vollkommensten und in den gröfsten Massen gelang indefs die Darstellung in Baiern. Bereits im Februar 1813 lieferte v. Zach's monatl. Corresp. ein hieher gehöriges Verzeichnifs optischer Werkzeuge der Fabrik von Utzschneider et Comp. in München, und gegenwärtig werden in dem Optischen Institute zu Benedictbeuern unter des genialen Fraunhofers Leitung die vorzüglichsten Achromate verfertigt; Gilbert's Ann. LIX. 196. Bei Zschocke's Anwesenheit in Benedictbeuren, liefs Fraunhofer ein achromat. Objectiv von 9 Zoll Oeffnung und 14 Fufs Brennweite fertigen. Nach Gauss, erlangen Doppelobjective nur dann vollkommene Achromaticität, wenn beide Linsen convex-concav und mit den convexen Flächen nach dem Gegenstande gerichtet sind, weil in diesem Falle die Vereinigung aller Gegenfarbstralen in einem Puncte (sowohl jener, welche nahe der Axe, als auch der, welche am Rande einfallen) gegeben ist; s. oben u. Gilbert's Ann. LIX. 188. u. ff. Vergl. auch: Z. Euleri Dioptrice; Petropoli 1770. 1771. III. 4. u. Klügel's annalytische Dioptrik. Leipzig 1778. 4. — Dieselbe Glasmasse, welche jener die gröfste Durchsichtigkeit gewährt, ist, meinen Beobachtungen gemäfs, auch der Entwickelung des reinsten Klanges fähig.

21) Euler, vermuthend, dafs die verschiedenen im Auge enthaltenen brechenden Medien (sog. Flüssigkeiten) dazu dienen möchten, die Farbenzerstreuung aufzuheben, rieth an: Behufs der Darstellung vollkommener Achromate, Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten anzustellen; lange Zeit darauf prüfte der schottische Physiker Rob. Blair diese Vermuthung auf dem Wege des Versuchs; Transact of the R. Soc. of Edinb. V. 2. u. Gilbert's Ann. VI. 129. Das Hauptergebnifs seiner Versuche war, dafs die salpetersauren und salzsauren Metallauflösungen und nächst diesen die ätherischen Oele ungleich stärkere Farben-

zerstreuung gewähren, als das Flintglas; daſs aber dieses Vermögen bei denselben Flüssigkeiten für die verschiedenen Farbstralen ungleich sey (was die Eigenwesenheit der einzelnen Farblichter in Schutz nimmt). Es sind nemlich nur bei Flüssigkeiten von geringer Farbenzerstreuung die grünen Stralen die mittleren; in den meisten stärker farbenzerstreuenden Substanzen, namentlich in dem engl. Flintglase und den meisten metallischen Auflösungen fallen jene Stralen näher dem Violett. Aus diesem Grunde zerstreuen die gewöhnlichen Achromate mehr oder weniger die violetten Stralen, während sie die übrigen vereinigen. Vermischung solcher Metallauflösungen; welche durch Zusatz von Salzsäure nicht zersetzt werden, mit dieser Säure, hob indeſs dieses merkwürdige Verhalten auf, und setzte B. in den Stand, Flüssigkeiten zu erhalten, bei welchen die grünen Stralen ebenso, wie beim Crownglase, in der Mitte lagen. Mit dergleichen (in linsenförmigen Glaskapseln eingeschlossenen, das Flintglas vertretenden) Flüssigkeiten zusammengesetzte, vollkommen farblos machende Achromate, nannte B., zum Unterschiede von den gewöhnlichen: aplanatische Objecte; Fraunhofer zeigte indeſs neuerlich, daſs dergleichen Objective unanwendbar seyn, weil die Temperaturveränderung zu beträchtlichen Einfluſs auf die Brechung hat, und diese sich bei gleichen Wärmezunahmen nicht gleichförmig ändert; F. a. a. O. (Schon Black gedenkt in seinen Vorlesungen über Chemie der groſsen Farbenzerstreuung der Bleiauflösungen; salzsaures Blei löſst sich in überschüssiger Salzsäure ziemlich leicht auf). Brewster's Objective mit Zimmtöl.

22) Brougham lieſs auf einen polirten dünnen, in einem finsteren Zimmer befindlichen Cylinder einen Lichtstral fallen; reflectirt zeigte derselbe eine Reihe von Farbenringen; B. folgerte daraus, daſs die verschiedenen Farblichter eine ebenso verschiedene Reflexibilität als Brechbarkeit besitzen, und daſs dem jedem eigenthümlichen Farbstral zukommenden besonderen Grade von Spiegelungsfähigkeit gemäſs die rothen Stralen bei gleichen Einfallswinkeln einen kleineren Ausfallswinkel machten, als die violetten. Prevost suchte hingegen zu zeigen, daſs sich diese Erscheinung auf das gewöhnliche Spiegelungsgesetz zurückführen lasse, mittelst der von Newton angenommenen Zurückstoſsungssphäre (S. 422 — 424. u. Gilbert's Ann. V. 129). Indeſs bestätigten B's. Versuche die von Newton und Maraldi gemachte Beobachtung, daſs die weniger brechbaren Stralen auch diejenigen sind, welche am stärksten der Beugung (S. 436 ff.) unterliegen, sowohl durch Anziehung als durch (Ruhlicht:) Abstoſsung.

23) Newton (Opt. L. 1. P. 1. Prop. VII.) seine Vrrsuche mit dem Prisma in Rechnung nehmend (S. 458.), fand die gebrochenen Winkel

der am meisten und der wenigst brechbaren Farbstralen beim Uebergang aus Glas in Luft = 54° 5′ 2″ und 53° 4′ 58″, wenn der gemeinschaftliche Einfallswinkel 31° 15′ war; die Sinusse jener Winkel gab er in den kleinsten Zahlen ausgedrückt zu 78, 77 und 50 an (S. 459.) Indem er nun den Sinus des gemeinschaftlichen Einfallswinkels von den Sinussen der gebrochenen Winkel abzog, so stellten die Zahlen 28 und 27 die gröſsten und kleinsten Brechungen dar; vorausgesetzt, daſs bei kleinen Brechungen die Sinusse für die Winkel zu nehmen gestattet ist. Hiernach ist das Verhältniſs des Unterschiedes der gröſsten und kleinsten zur mittleren Brechung $= \frac{1}{27\frac{1}{2}}$, und mithin bei Glaslinsen auch ebenso groſs der Abstand der Brennweiten der am meist- und der wenigst-brechbaren Farbtralen, von der Brennweite der mittleren Stralen. Dieser Abstand erklärt nun, warum die durch erhabene Gläser entstandenen Bilder von farbigen Säumen umgeben erscheinen, und warum bei gewissen Abänderungen der Entfernung des Glases die Säume in die entgegengesetzten Farben übergehen. Gesetzt das Auge befinde sich nahe hinter der als Vergröſserungsglas benutzten Linse und der zu beschauende Gegenstand nahe dem Brennpunkte, so sind hier vorzüglich zwei Fälle möglich, in welchen jene Farbenverkehrung eintreten muſs; nemlich, entweder der Gegenstand liegt um eine kleine Ferne ausserhalb oder er befindet sich um eine beträchtlich grössere Entfernung ausserhalb des Brennpunktes des Glases. Im ersten Falle erscheinen die einzelnen Farblichtbilder weiter hinter dem Glase — zunächst das blaue, entfernter das gelbe — und werden vom Auge aufgefangen, bevor die Bilder zur Wirklichkeit gelangen. Verlängert man nun die nach den einzelnen Bildern convergirenden Stralen vom Auge vorwärts (so daſs das Auge die nahe um den Rand durch das Glas gehenden und als solche die meiste Brechung und mithin auch die stärkste Farbenzerstreuung erleidenden Stralen auffangen kann), so fallen die blauen Stralen nach aussen, die gelben nach innen. Ist unter diesen Umständen der Gegenstand nach aussen begränzt, z. B. eine weisse Kreisfläche auf schwarzem Grunde, so erscheint er blau umsäumt; war er zugleich nach innen begränzt, z. B. ein weisser Ring auf schwarzer Fläche, so bilden die blauen Stralen den äusseren, die gelben den inneren Saum (des durch Vermischung der Gegenfarben farblos erscheinenden Ringes). Im zweiten Falle kommt das Bild des Gegenstandes zwischen dem Glase und dem Auge wirklich zu Stande; die Ordnung der Farben ist mithin die entgegengesetzte, und was im vorigen Beispiele blau umrandet erschien, ist nun gelb umsäumt, und umgekehrt. — Tritt der Gegenstand in den Brennpunkt

des Glases, oder etwas innerhalb desselben, so hat man die Farbenordnung des ersten Falles, wie schon aus Obigem erhellet. Läſst man das Sonnenlicht durch eine convexe Linse von nicht unbeträchtlicher Brennweite in ein finsteres Zimmer fallen, und fängt dann das Sonnenbild mit einem matt geschliffenen Glase auf, so kann man nach Maaſsgabe des gröſseren oder geringeren Abstandes des matten Glases, die Verkehrung der Ordnung der Farbensäume sehr leicht anschaulich machen, indem man in diesem Falle die einzelnen Farbstralen sieht, bevor sie das matte Glas erreichen. — Wird übrigens ein und dieselbe Farbe in verschiedenen farbigen Umgebungen betrachtet, so ändern die mitentstehenden complimentairen subjectiven Farben die Einzelfarbe mehr oder weniger ab; Prieur in Gilbert's Ann. XXI. 315.

24) v. Goethe (zur Farbenlehre I. u. II. Tübingen 1810. 8.) glaubte aus ähnlichen Beobachtungen, wie sie in Bemerkung 23. beschrieben sind, folgern zu müssen, daſs eine Gränze nothwendig sey, wenn Farben entstehen sollen, und daſs darum z. B. eine weisse Wand durchs Prisma betrachtet nicht ganz mit Farben überdeckt, sondern nur dort farbig umsäumt erscheine, wo sie von minder beleuchteten oder dunkelen Gegenständen begränzt werde; so daſs also die Farbe werde, indem helleres Licht (Licht von gröſserer Intensität) über minder helles oder trübes (Licht von geringer Intensität) oder umgekehrt, trübes über helles weggeführt werde, bevor es zum Auge gelange. Beweisend für diese Ansicht schien ihm unter andern ein Versuch zu seyn, der dem in Bem. 20. erwähnten sehr ähnlich ist; eine weisse Scheibe auf schwarzem Grunde betrachtet, erscheint, wenn man sie durch ein Convexglas betrachtet, vergröſsert, und mit blauem Rande, durch ein Hohlglas gesehen, hingegen verkleinert und mit gelbem Rande (angeblich, weil im ersteren Falle das Helle über das Dunkele, im letzteren das Dunkele über das Helle strale; oder weil im ersten Theil des Versuchs Dunkeles durch Helles, und im letzteren Theil Helles durch zwischenliegendes Trübes gesehen werde). Abgesehen davon, daſs man (da Dunkeles und Helles in der That nur quantitativ verschieden sind) nach dem was der Schatten hierüber lehrt, wo Helles und Dunkeles zur Ueberschichtung gelangen, nur Minderung des Hellen und des Dunkelen, also ein Licht von mittlerer Intensität zu erwarten berechtigt ist, zeigt auch gerade jener Versuch, bei verändertem Abstande, das Gegentheil von dem, was er v. G's. Ansicht gemäſs darbieten sollte. Denn hält man, Mollweide's Bemerkung gemäſs (dessen Prüf. der Farbenlehre des H. v. Göthe, Halle 1810. 8.; vergl. mit F. H. Pfaff über Newton's Farbentheorie u. H. v. Göthe's Farbenlehre etc. Leipz. 1813. 8.) ein Convexglas, am besten ein Glas aus

einer Staarbrille von $2\frac{1}{4}$ Zoll Brennweite, in einer Entfernung, welche der doppelten Brennweite desselben (also $4\frac{1}{2}$ Zoll) gleich ist, von der weissen Scheibe und bleibt dabei mit dem durch die Linse schauenden Auge in einer Ferne hinter derselben, welche deren doppelte Brennweite um etwas übertrifft (etwa um 5—6 Zoll), so erscheint der Rand, durch das Glas gesehen, vergröſsert und demohngeachtet doch mit gelbem oder gelbrothem Rande.

25) Erinnern wir uns a) daſs die einzelnen Farbstralen des Prisma Farbenscheiben bilden (S. 462.) b) daſs gemäſs der Auseinanderstralung jedes leuchtenden Puncts eines gebrochenen und zugleich zur Farbenzerstreuung gelangten Strals, Schwächung der Leuchtkraft (Lichtintensität) erleiden muſs, und um so mehr, je weiter die Spitze jenes Kegels, zu welcher die Farbenscheibe als Grundfläche gehört, von der letzteren entfernt ist, und c) daſs in jedem Spectrum noch Weiſslicht vorhanden, welches nicht Punct für Punct in Stralenkegel auseinander tritt, sondern unter Beibehaltung seiner Stralumgrenzung (und des zugehörigen Parallelismus seiner Stralttheile) in der gewöhnlichen Brechungsrichtung fortgeht, so werden wir in jedem Spectrum abwechselnd lichtere und dunklere Streifen zu erwarten haben, von denen die letzteren mit jenen Puncten zusammentreffen, wo sich je zwei Farbenscheiben-Ränder decken oder schneiden; ähnlich der Art von Verdunkelung, welche entsteht, wenn zwei Schatten übereinander geworfen werden. (Noch gröſsere Mannichfaltigkeit würden jenenStreifen darbieten, wenn sich etwa finden sollte, daſs je zwei verschiedene Farblichtstralen, desgleichen ein einfarbiger und ein farbloser Stral, bei groſser Nähe, einander von den entgegenstehenden Seiten her anziehen, während einfarbige Stralen unter sich einander abstoſsen; deſshalb von mir im Frühsommer 1821 im finsteren Zimmer angestellte Versuche ermangelten einer hinreichend günstiger Witterung, um entscheidende Resultate zu gewähren; indeſs hoffe ich die Frage nach dieser Art von Beugung zwischen Licht und Licht, ohne Zwischenkunft eines Raumerfüllenden, z. B. eines festen Randes etc. unter günstigeren Umständen wiederholen zu können). Es scheinen hieher folgende merkwürdige Beobachtungen zu gehören. Wollaston bemerkte bereits 1810 zu beiden Seiten der Gränze zwischen Grün und Hellblau, farblose Streifen in Form dunkler Linien, und beobachtete zugleich an jenem Spectrum, welches eine schmale Linie des Blaulichts einer Kerze oder eines electrischen Funkens giebt, daſs die Hauptfarben desselben nicht unmittelbar an einander hängen, sondern durch kleine Zwischenräume von einander gesondert seyn; Gilbert's Ann. XXXI. 423 u. 415. Fraunhofer gelangte späterhin zu ähnlichen Entdeckungen. Er sah nemlich im hori-

zontalstehenden, prismatischen Farbenbilde des Sonnenlichtes, viele dunklere, starke und schwache verticale Linien, von denen einige fast schwarz erschienen. Drehte F. das vor dem Theodolith-Fernrohr liegende Prisma, so, daſs der Einfallswinkel gröſser oder kleiner wurde, so verschwanden diese Linien, wurden jedoch wieder sichtbar, wenn man bei vergröſsertem Einfallswinkel das Fernrohr beträchtlich verkürzte, oder wenn man bei Verkleinerung des Einfallswinkels das Ocular des Rohrs um ein Bedeutendes herauszog. Höchst merkwürdig und auf verschiedene Beschaffenheit des Weiſslichts deutend, zeigten sich in dieser Hinsicht die Spectra anderer leuchtender Körper; das Farbenbild des Lichts der Venus zeigte ähnliche Streifen, das des Sirius hingegen 3 breite, jenen des Sonnenfarbenbildes nicht ähnliche Linien, und auf gleiche Weise verhielt sich auch das Licht mehrerer anderer Sterne erster Gröſse. Das Licht des electr. Funkens gab ein Farbenbild mit mehreren zum Theil sehr hellen Linien, von denen eine im Grün gegen den übrigen Theil des Spectrums fast glänzend erschien. Das Lampenlicht-Farbenbild bot unter anderen einen röthlichgelben hellen, aus zwei sehr feinen Linien bestehenden Streifen dar, und in dem Spectrum des Lichtes des brennenden Alkohol's oder des Wasserstoffgases zeigte sich dieser Streifen im Verhältniſs zu den übrigen Theilen des Farbenbildes hervorstechend hell; beim verbrennenden Schwefel hingegen war er kaum bemerkbar. Gilbert's Ann. LVI. 264 — 313. Diejenigen, welche das Licht als Erzeugniſs der Vibration betrachten (S. 393) halten jene dunkeleren Streifen für Schwingungsknoten-Linien des undulirenden Aethers; v. Grotthuss hält sie für Erfolge der nicht schwingenden Theile des Lichts, indem das farbige Licht nur in solcher Richtung aus der Substanz des Prisma herauszutreten vermöge, in welcher es aliquote Theile für seine schon angenommene Schwingung findet; es müssen daher so viele Lücken entstehen, als das Licht fähig ist, verschiedene Schwingungen zu machen, und diese Lücken seyen jene farblosen Streifen. (v. Grotthuss betrachtet das stralende Weiſslicht als das Product der polarischen Nebeneinanderordnung von + E und — E. Beide E sind, nach v. G. im farblosen Lichtstral in nicht meſsbaren Fernen von einander getrennt, und würden, wenn sie einzeln Punct für Punct nachweisbar erschienen, nachstehende Ordnung befolgen: + — — + — etc. Die Farben sind, v. G. zufolge, entweder das Erzeugniſs einer überwiegenden Disposition zur Trennung der E, oder auch ungleich groſser Schwingung; letztere Bedingung bewirkt theils Fraunhofer's Streifen, theils die weiter unten zu erwähnenden sog. Anlässe Newton's; Gilbert's Ann. 54 ff.

26) Auch wenn die prismatische Brechung in Rückstralung übergeht (S. 448.) erscheinen die verschiedenfarbigen Stralen im finsteren Zimmer dem Auge verfolgbar. Gewöhnlich ist das Glasprisma dergestalt gleichseitig geschliffen, dafs die gröfse jedes seiner drei Winkel 60° beträgt und dafs man bei einer Länge von beiläufig 6 Zoll mit beiden Augen hindurch zu sehen vermag. Bei der gewöhnlichen prismatischen Berechnung pflegt man das Farbenbild (welches an keinem Theile scharf begränzt erscheint) in einer Ferne von 10 — 12 Fufs mittelst eines weissen Schirms anfzufangen. Bei gröfserer Nähe ist es minder deutlich und dem Prisma sehr nahe, erscheint es nur unten und oben am Saume farbig, hingegen in Mitten durch Farbenübergreifen und Ausgleichung zu Weifslicht, glänzend farblos. — Auch ZEIHER fand durch directe Versuche, dafs Bleioxyd der Glasmasse zugesetzt (als theilweiser oder vollbommener Vertreter des Alkali) die Farbenzerstreuung beträchtlich, die mittlere Brechung hingegen kaum ändere, während Alkali-Zusatz das umgekehrte Verhalten des Glases zu Wege brachte. Ueber die Farbenzerstreuungsstärke verschiedener Mittel s. FRAUNHOFER's Tabelle in GILBERT's Ann. a. a. O. HOOK vereinte ein Prisma mit blauer und rother Flüssigkeit, beider Farblicht erlosch in farbloses Licht von sehr geringer Intensität. Merkwürdige Unvollkommenheit der Augen eines Menschen, der nie „Farben", sondern nur Graulicht sah, und dem daher jede verschiedene Farbe als besondere Abstufung des Grau erschien; Phil. Transact. Vol. LII. Geschwärztes Glas (z. B. mit Lampenrufs belegtes) läfst das Sonnenbild fast blutroth erscheinen. Nutzen der am besten dunkel grünen oder blauen Blendgläser bei einfallendem Sonnenlicht; der grünen und blauen Brillen bei chemischen Glühprocessen etc.

27) Ein horizontal vor einem Fenster gespannter, dünner weisser Faden durch ein Prisma mit horizontaler Axe in solcher Entfernung beschaut, bis der Faden ganz mit Farben überdeckt ist, zeigt die prismatischen Farben auch im erhellten Zimmer sehr deutlich, um die verschiedene Brechbarkeit der Farblichter läfst eine durch den brechenden Winkel eines Prisma betrachtete gerade Linie leicht wahrnehmen, welche in derselben Ebene die Enden zweier auf schwarzem Grunde neben einander geklebter Streifen begrenzt, von denen der eine dunkelblau, der andere dunhelroth ist; MUNCKE's Anfangsgr. der Nat. I. 183.

28) Ist aber das Sonnenlicht, mit welchen wir experimentiren, ein einfaches Wesen, oder hat es nicht vielmehr schon dadurch, dafs es die Luft durchstralte sich mit anderen Wesen und Stoffen verbunden, und dient daher z. B. das Prisma als Mittel, das nicht einfache Sonnenlicht in quantitativ ungleiche Gemische zu sondern? FRAUN-

HOFER's Streifen dürften auf Ungleicheit des Lichts verschiedener Leuchtenden hindeuten, aber noch bestimmter scheinen die Zusammengesetztheit des Lichts nachzuweisen: HERSCHEL's hieher gehörige Versuche; vergl. zuvörderst dessen: Unters. über die Natur der Sonnenstralen; aus dem Engl. übersetzt von HARDING. Celle 1801 8. Verschiedene Beobachtungen über die Wärme der Atmosphäre (z. B. die v. SAUSSURE'sche, daſs Lichtstralen in hoher Bergluft zwar gut leuchten, aber um so weniger wärmen etc.) bestimmten DELUC (schon vor HERSCHEL's Untersuchungen) anzunehmen, daſs das Licht die einzige an sich expansible Flüssigkeit sey, welche dem Wärmestoff Expansibilität ertheile, indem sie ihn auflöse. Je nachdem hiebei mehr oder weniger Licht in die Verbindung gegangen, und die gegebene Verbindung selbst mehr oder weniger innig sey, resultire daraus entweder leuchtende Wärme, d. i. Feuer, oder dunkele stralende, oder dampfartige (geleitete) Wärme; letztere durch irgend eine Ursache plötzlich verdichtet, zerfalle in freies Licht und gebunden werdenden Wärmestoff, oder auch in Feuer und geb. Wärme; DELUC Neue Ideen über die Metereologie; ins Deutsche übers. Berlin und Stettin I. u. II. 1787 1788. 8. und dessen Abhandl. über die Hygrometrie, in GREN's Journ. d. Phys. V. — HERSCHEL untersuchte das Vermögen der prismat. Farbstralen zu erwärmen, und fand es von dem Leuchtungsvermögen durchaus abweichend; nemlich in derselben Zeit und unter sonst gleichen Bedingungen stieg das Merkurthermometer innerhalb

der rothen Stralen um $6\frac{3}{4}$ — 7 Grad
— — — — $3\frac{3}{4}$ — —
— — — — 2 — — Noch merkwürdiger

war es aber, daſs die gröſste Erwärmung nicht im Roth, sondern am äusseren Rande desselben (bis $\frac{1}{2}$ Zoll von demselben) vorkam, und daſs RITTER späterhin (GILBERTS Ann. VII 4 B.) die stärkste das Hornsilber schwärzende Kraft (welche SCHEELE's hieher gehörigen Versuchen zufolge im Violett gegeben seyn sollte) jenseits des Violett gefunden haben wollte, so, als ob durch das Prisma zweierlei Spectra, ein sichtbares farbiges und ein unsichtbares zu Stande gebracht würden, von denen das letztere in seinen am wenigsten gebrochenen Stralen, stralende Wärme, und in den meist gebrochenen chemisch wirkende Potenz darbiete. VASALLI, WOLLASTON, BÖCKMANN, BUCHOLZ, GROSSER, WILSON, v. GROTTHUSS, SEEBECK u. m. A. stellten hieher gehörige Versuche an, welche im Allgemeinsn obige Thatsachen bestätigten, zugleich aber lehrten, a) daſs den Vers. der 4 letzteren Physiker zufolge, die Stralen jenseits des Violett nicht nur chemisch wirken, sondern noch Demant und bonon. Phosphor zur Phosphorescenz

zu bringen vermögen, b) daſs im und jenseits des Roth in manchen Fällen chemische Wirkungen hervorgebracht werden, welche denen des Violett entgegengesetzt sind (z. B. das geschwärzte Hornsilber wird im Roth wieder weiſs; das grüne Guajac mehr oder weniger gelb, d. i. mehr oxydirt, und der leuchtende Phosphor wird mehr dunkel) vergl. meine „Uebersicht des Systems der Chemie" S. 151. ff. und S. 112 — 124 Merkwürdig ist hinsichtlich des bemerkten Verhaltens auch das Mondlicht, indem es auch im condensirten Zustande nicht wärmt (weil es, Herschel zufolge, seine Wärme dem Monde hinterlassen hat; nach Anderen, weil es angeblich durch die Reflexion verlangsamt ist) wohl aber — gleich den Stralen hinter dem Violett — contonschen Phosphor stark zum Leuchten bringt; a. a. O. S. 124; c) daſs sichtbares Licht noch jenseits der bisherigen Grenzen des Farbenbildes gefunden werde, sich beträchtlich weit erstrecke u. allmählich abnehme. In dem Verhältniſs dieser Abnahme stehen auch, nach Seebeck (Abhandl. d. phys. Klasse der K. Pr. Ak. d. Wiss. aus den Jahren 1818 — 1819. Berlin 1820. 4. S. 305. ff.) die Minderungen der Wärme und der chem. Wirk. jenseits des Violett. Wo dieses Licht von geringer Intensität fehlt, hört auch alle Wärmung jenseits des Roth und alle chem. Wirk. jenseits des Violett auf. Auch ist dieser schwach leuchtende Theil des Spectrums nicht zu verwechseln, mit den schon von Newton beobachteten Scheinen ober- und untarhalb des Prisma (die von einer Spiegelung im Prisma herrühren dürften?) — Die Vers. Seebecks zeigten zugleich, daſs das Gesetz der Intensitäts-Verminderung des Lichts bei farbigen Durchsichtigen nur so lange gelte, als Farben von gleicher Art und nicht sehr von einander abweichend gegeben sind. — v. Grotthuss's neueren hieher gehörigen Versuchen zufolge, scheint aber das Sonnenlicht nicht nur Wärme-haltig und mit seinen farbigen Theilen hinsichtlich der Wärmeentbindung aus Licht verschluckenden Raumeufüllern verschiedentlich wirkend, sondern auch durch die Medien, welche es durchstralt, einer chemischen Veränderung fähig zu seyn. v. G. gab gelöstes anthrazothionsaures Eisen der Einwirkung des Sonnenlichtes preiſs; die blutrothe Tinctur wurde um so eher entfärbt, je gröſser die Intensität des Lichtes war (im Brennraume des Hohlspiegels erschien sie ganz farblos) und kann daher zugleich als ziemlich empfindliches (von fremdartigen, z. B. Wärme-Wirkungen unangefochtenes) Photometer (S. 417.) dienen, indem sie z. B. in nicht vollkommen geschlossenen cylindrischen Gläsern, nach vorgängigem, mehrtägigem Beharren in der Dunkelheit dem Tageslichte ausgesetzt, Morgens zwischen 10 — 11 Uhr entfärbt, später wie-

der stark geröthet wird. (GILBERT's Ann. LXI. 54 ff.) Es fand sich aber hiebei, daſs die Tinctur dann entfärbt werde, wenn das Licht aus nicht oxydirenden Medien (z. B. aus Glas) einfällt, hingegen wieder gefäbt erscheine, wenn es aus einem oxydirenden Medio (z. B. der Luft) in die Tinctur gelangt. Der grüne und hellblaue Stral des Spectrums wirkte am schnellsten entfärbend (ebenso auch auf die blaue Jodstärke) der blaue und violette Stral änderte hingegen die Farbe kaum. v. G. folgert aus diesen und ähnlichen Versuchen, daſs jede Farbe des Prisma ihre Gegenfarbe zerstört (womit auch die oben S. 474. bemerkten Thatsachen stimmen) und dabei Wärme frei macht (rothe Flamme würde im blauen Strale die meiste Wärme spenden), während sie die ihr gleichwerthige Farbe ungeändert läſst. Indeſs wird hiebei nicht nur stralende Wärme frei (wie noch bestimmter blaues Tuch zeigt, indem es vom rothen Strale getroffen, mit mehr oder weniger Verlust an Farbensättigung, das Thermometer stärker steigen macht, als dieses bei der rothen Bestralung z. B. des gelben Tuchs der Fall ist), sondern auch Weiſslicht von wiewohl schwacher Intensität erzeugt, die jedoch nie das sogenannte Schwarz erreicht. Mengt man nach READ Mennige, Operment, Grünspan und blaue Schmalte innigst zusammen, so erhält man bräunliches Schwarz — vergl. S. 463. — aber, daſs dieses nur ein sehr tiefes Grau ist, zeigt NEWTON's hieher gehöriger Versuch, dem zufolge dergleichen Gemenge von weissem Lichte beleuchtet, lebhaft weiſs leuchtend erscheinen.

26) Liegen zwei gegenfarbige Körper nebeneinander, so werden sie dort Farbenverlust erzeugen, wo sie einander überstralen. Anwendung hievon auf die Malerei, sowohl bei derjenigen, welche es mit undurchsichtigen (Körper habenden) Farbflächen zu thun hat, als auch auf jene, deren Gegenstand die durchsichtigen farbigen Flächen durchsichtiger farbloser Grundkörper sind, wohin vorzüglich die transparente Oel- und Glasmalerei gehören. Die letztere zerfällt in drei Hauptarten: 1) Alte Glasmalerei durch Einbrennen pulverig zerriebener und als Pigment behandelter gefärbter Gläser auf mattgeschliffenes Glas, zwischen Lagen von zerriebenem Aetzkalk; 2) Neuere Glasmalerei durch Einbrennen sowohl gläserner als auch unverglaster metallischer Pigmente, z. B. des phosphorsauren Kobalts; Kupfers etc.; und 3) Neuere Glasmalerei ohne Einbrennen. Die letztere zerfällt wieder in zwei Arten: a) Uebermalung des nicht mattgeschliffenen Glases mit Oel- oder Saftfarben und 6) Bemalung des auf der ganzen Vorderseite matt geschliffenen Glases mit vollkommen durchsichtigen, schönen Saftfarben, und Ueberziehung der trockenen Gemälde, so wie der dieselben begränzenden matten Flächen

mit Copalfirnifs, so dafs alle Theile der Gemälde-Seite von derselben durchsichtigen ebenen Fläche bedeckt werden, und die Gemälde nur bei Durchleuchtungen in gewissen Richtungen vollkommen und wie im Glase schwebend hervortreten. (Diese letztere ursprünglich englische Glasmalerei bestätigt zugleich, dafs mattgeschliffene Gläser ihre Durchsichtigkeit wieder erlangen, wenn sie mit tropfbaren Durchsichtigen bedeckt werden; wie z. B. mattgeschliffenes Glas von Wasser, Weingeist, Oel etc. wiederum vollkommen durchsichtig wird. Anwendung hievon auf die Verglasung der Metalloxyde, auf Pyrophane und Hydrophane; vergl. S. 415. Durchscheinbarkeit der Augenlieder, z. B. der Nachwandler, besonders bei Kindern. Es ist mir wider Willen mehrmals gelungen, schlafende Kinder dadurch zu erwecken, dafsich ihre Augenlieder fixirte; ohneZweifel nur vermöge des von meinen Augen den Kinderaugen zugeworfenen Lichtes, wie denn auch anderes, plötzlich direct einfallendes Licht Kinder und selbst ältere Menschen leicht aus dem Schlafe bringt. Merkwürdige Durchsichtigkeit der Lichtflamme. Nach Brewster wird Tabascheer S. 445. in Wasser geworfen, unter Gasblasen Entwickelung durchsichtiger) Die letzt erwähnte Art von Glasmalerei zeigt, wenn die Rückfläche des Glases matt geschliffen war, auch Doppelbilder, ähnlich jenen, welche man erhält, wenn man eine 2 Linien dicke Glasplatte auf der einen Seite polirt, auf der anderen theils polirt, theils matt schleift, theils schwärzt. Durchscheinbarkeit der alabasternen Lampenhüllen, des glühende Körper einschliefsenden Porzellans, z. B. der porz. Pfeifenköpfe, Durchscheinbarkeit des glühenden Platin's etc.

30) Arago's Vers. zufolge ist die Geschwindigkeit der stralenden Wärme derjenigen des stralenden Lichtes gleich; indefs folgt daraus noch nicht die Identität beider Potenzen. Denn abgesehen davon, dafs dieselben auf verschiedene Sinnesorgane wirken, so darf auch nicht unberücksichtigt bleiben, dafs Licht in finstere Räume gelassen, stralend bleibt, während die stralende Wärme überall nach und nach in geleitete, als solche dem kälteren Körper nach dem Umfange seiner ganzen Gestalt, folgende übergeht. Das absorbirte Licht, verbreitet sich wenigstens, indem es verschluckt wird, nicht in einem der mitgetheilten Wärme analogen Verhältnifs, und auch jenes der „Phosphoren durch Insolation“ nicht, wiewohl dieses z B. in den cantonschen Phosphor ziemlich tief eindringt. Ob in Fällen, wo das Licht nur zu wärmen scheint, z. B. bei Beleuchtung schwarzer Flächen, keine weiteren Veränderungen mit der Substanz der schwarzen Materie vorgehen, ist noch gar nicht ausgemacht; wenigstens zeigen die lebenden Vegeta-

bilien, dafs in dem Maafse, wie sie Licht verschlucken, ihre Cohärenz und Färbung zunimmt, während z. B. bei abgestorbenen Farbhölzern durch das Licht gerade das Gegentheil bewirkt wird. Auch scheint unter gewissen Umständen durch Lichtentbindung, die Innigkeit der chemischen Verbindungen erhöht zu werden, ohne dafs einer oder der andere wägbare Stoff ausgestofsen wird. Erhitzt man das Hydrat der Zirkonerde, des Chromoxyduls, so wie einiger stibichtsaurer schwerer Metalloxyde anfänglich bis zum Verlust des Wassers, und dann fast bis zum Rothglühen, so erfolgt ein lebhaftes Erglimmen und die Substanzen, erscheinen nun, ohne weiteren Gewichtsverlust erlitten zu haben; etwas Aehnliches scheint auch dem Demetriumoxyd in Childern's Vers. begegnet zu seyn; s. oben S. 156.

31) Eine der Delucschen entgegengesetzte Hypothese über die Natur des Lichtes und der Wärme stellte neuerlich Döbereiner auf, indem er annimmt, dafs die Lichtmaterie an sich dunkel, die Wärmematerie an sich hell, die erstere an sich brennbar, die letztere verbrennend oder zündend sey, und dafs aus der quantitativ verschiedenen Vereinigung beider die Farben entspringen. Eine ausführlichere Darstellung und verschiedene dagegen aufgestellte Einwürfe, findet man in m. Vergl. Unters. d. Syst. d. Chemie S. 152 — 154. Dafs die Farben nicht lediglich aus quantitativ verschiedener Vermischung von Hell und Dunkel entstehen können, ist bereits S. 479. bemerkt worden. Da die wärmende Kraft der farbigen Stralen im umgekehrten, und die chemische, desgleichen die Phosphorescenz bedingende Kraft im geraden Verhältnifs ihrer Brechbarkeit steht, so ist allerdings in den verschiedenen Farbstralen ein quantitativer Unterschied von Wärme gegeben, aber die Lichtmengen verhalten sich in ihnen nicht umgekehrt, wie die Wärmemengen, wie das stark leuchtende Gelb- und Grünlicht lehrt. Vergleicht man hingegen alle hieher gehörigen Erscheinungen genau, so scheint aus ihnen zuvörderst hervorzugehen, a) dafs Licht und Wärme sich zu Feuer zu einen vermögen, wobei beide Potenzen von ihren gegenseitigen Eigenschaften mehr oder weniger einbüfsen, jedoch ihrer Stralung nicht verlustig gehen; wie denn z. B. Feuer Glas durchstralt, ohne hiebei alle Wärme auszuscheiden; dunkele stralende Wärme hingegen durch Glas kaum hindurch geht. (Sertürner nimmt an, dafs die der Erde schief vorbei gehenden Sonnenstralen, einen Theil der Erdwärme entführen und so z. B. zur Winterszeit die Winter habende Erdoberfläche nicht nur nicht erwärmen, sondern vielmehr entwärmen). b) Dafs Licht, wie Wärme der Gegenziehung fahig sey, dieselbe jedoch nur durch vorangehende Anziehungswirkung raumerfüllender Materien in sich entwickeln; nach einem Gesetze, welches Aehn-

lichkeit mit dem der magnetischen (und electrischen) Vertheilung hat; I. Cap. IV.; c) dafs im Sonnenlichte ein Feuer mit dem „Minimo von Wärme", im Mondlicht wärmeloses Licht gegeben sey; d) dafs das Sonnenlicht auf doppelte Weise wärme; einmal, indem es seinem Lichtgehalte nach verschluckte Wärme freilasse und dann, indem es statt der gebundenen Wärme in die Substanz der gewichtigen Materie eingehe und die Wärme daraus mehr oder weniger entbinde; e) dafs umgekehrt die Wärme chemisch gebundenes Licht zu entbinden vermöge, aber nicht, indem sie dagegen selbst wieder chemisch gebunden werde, sondern nur indem sie dehnend den Anziehungskräften der Raumerfüller entgegenwirke, wie sie denn allen Arten von Anziehung, mit Ausnahme der Schwere, entgegen eu wirken vermag; vergl. I. Cap. IV. Hieher gehört das Erglühen der Körper durch Erhitzung; abkühlend nehmen die Körper aus den Umgebungen der verlorenen Lichtmenge entsprechende Quanta von Licht wiederum in sich auf; f) dafs Licht und Wärme einer mehrfachen Verbindung unter sich und mit den Ponderabilien fähig seyen, jenachdem beide einander anziehend (gegenziehend) entgegenwirken, oder nur die einer jener Potenzen anziehend, die andere hingegen stralend gegenwirkt, wo dann im letzten Falle Ausdehnung zu Stande kommt (denn weder das stralende Licht, noch die stralende Wärme dehnen aus, so lange sie stralend bleiben), die von Seiten der Wärme entweder nur das Licht trifft, wie dieses bei den Farben der Fall ist, oder die Ponderabilien, wie solches bei der Glasbildung (desgleichen überhaupt bei der Volumserweiterung der Raumerfüllenden) statt hat, g) dafs in jeder Farbe durch Anziehung zur Gegenziehung gebrachtes Licht, der stralenden Wärme (und zum kleineren Theil der gegenziehenden Wärme) ziehend entgegenwirke, und zwar in den Farbstralen des Spectrums in ursprünglicher Verbindung mit Strallicht, in den Pigmenten nur in sofern mit Strallicht verbunden, als dasselbe, demselben zugeworfen, von ihnen nach vorangegangenem mehr oder weniger tiefem Eindringen gespiegelt oder hindurchgelassen wird; h) dafs demnach in den Regenbogenfarben folgende Grundverschiedenheiten vorkommen, denen gemäfs sie nicht nur eine quantitative Verschiedenheit der einen oder anderen Eigenschaft, sondern qualititative Abweichungen ihres Verhaltens und somit alles das, jedoch sich unterordnend dem Strallichte, zeigen, was die raumerfüllenden Grundstoffe zu Materien eigener Art erhebt: α) Vom Violett aufwärts und vom Roth abwärts zum Gelb, nimmt die Menge an nicht gegenziehendem Strallichte zu; β) von der äusseren Begrenzung des Roth bis zur äusseren des Violett, nimmt die Gewalt zu, mit welcher das ziehende Licht der Wärme entgegenwirkt; schon im Violett ist

der gröſste Theil der Wärme überwältigt, und die ziehende Kraft des Lichts vermag nun auch auf andere Wirksane gegenziehend zu wirken. Den Grund dieser Zunahme der Ziehgewalt des Lichts, oder der Menge des ziehenden Lichts im Blau, Violett etc. giebt die Zunahme der Brechung, d. h. das Mehr der körperlichen Anziehung, mit welcher von Seiten der Masse des brechenden Mediums (des Prisma) ursprünglich gewirkt wurde; δ) aber nicht nur Strallicht, Stralwärme und ziehend Licht sind in den Farbstralen ungleich vetheilt, sondern es ist auch stets mehr oder weniger ziehende, d. h. bindbare und demnach gebundene Wärme in ihnen in ungleichen Menge enthalten; so daſs sie in dieser Hinsicht folgendes Schema gewähren:

	Kaum sichtbare Stralen ausser dem Roth		Roth und Orange		Gelb		Grün
Strallicht	= 2	=	4	—	6	—	5
Ziehlicht	= 1	=	2	—	3	—	7
Dehnungswärme	= 2	=	4	—	3	—	7
Stralwärme	= 8	=	6	—	4	—	3

(Über den beiden letzten Zeilen: Gebundene Wärme)

		Hellblau und Indigblau		Violett		Stralen ausser dem Violett
	—	4	—	3	—	1
	—	8	—	9	—	10
Geb. Wärme {	—	8	—	9	—	10
	—	2	—	1	—	0

Dieser Ansicht gemäſs, steht zn erwarten, 1) daſs die ungleichen Farbstralen sich gegenseitig in bestimmten Mengen aus unmerklichen Fernen her (adhärirend) anziehen, und die gleichen einander abstoſsen und in ersterer Hinsicht einander zu vertreten vermögen (S. 303.) 2) daſs jedes Farblicht eine eigenthümliche Reflexibilität und eine bestimmte Beugsamkeit besitzt, denen zufolge es in Durchsichtigen, bis zur bestimmten Tiefe eindringend, von denselben zum Theil reflectirt, zum Theil absorbirt und zum Theil hindurch gelassen wird, gemäſs a) der Menge mitverbundener stralender Potenzen (oder der eigenthümlichen Gröſse der inwohnenden Wurfkraft) und b) der Anziehunggröſse der Farbe zur Substanz des Durchsichtigen.

Dort wo gebundene, d. i. ziehende Wärme und gebundenes (ziehendes) Licht zugegen sind, ist der Ziehungsgegensatz ähnlich dem electrischen und chemischen, und darum fähig beide Gegensätze zu entwickeln. Ja die electrische Materie selbst scheint das Product der Vereinigung von Ziehwärme und Ziehlicht in ungleichen (bei vorherrschendem Licht das — E, bei vorwaltender Wärme das + E bildenden) Mengenverhältnissen zu seyn; Ungleichheiten, welche durch ungleiche Gegenziehungen raumerfüllender Materien (z. B. der cohärenteren druckenden und Druck erleidenden, reibenden und geriebenen, brennbareren und minder brennbaren etc. Materien) vorzüglich begünstigt werden. Die Farben würden körperliche, raumerfüllende Wesen seyn, wenn ihnen Cohäsion zu Theil würde; in den Grundstoffen ist dieses der Fall und indem diese gebundenes Licht und gebundene Wärme mit den Farben gemein haben, sind beide Ziehpotenzen in ihnen durch Vermittelung eines cohäsiven ziehenden Substrats zu einem gemeinschaftlichen dritten Ziehwerthe erhoben, und so in den bestimmten Raum gebannt und selbst leiblich geworden; in den Farben hingegen, haben die stralenden Potengen die vermittelnde Erhebung zu einer dem Stralwerthe mehr oder weniger analogen Zustand durch Aufnahme in die Substanz der Stralenden erhalten. Als Belege für diese Hypothese mögen noch folgende Beobachtungen dienen. Der violette und der blaue Stral befördern unter den Farbstralen die Phosphorescenz am vollkommensten; im und ausser dem Roth hindert die Stralwärme die Einsaugung des Lichts entweder gänzlich, oder doch zum gröſseren Theil. Körper, die durch Insolation stark phosphorsciren, leuchten auch in der Regel stark durch Erhitzung. Seebeck's Versuchen zufolge, wird das mit Hornsilber überzogene Papier, dem Farbenspectrum ausgesetzt, ausserhalb des Violett bläulichgrau, im Violett braun, im Blau blau, im Gelb schwach gelb, im Roth und ausserhalb des Roth röthlich; war es zuvor am Tageslichte grau geworden, und läſst man es dann durch das Zusammentreten des Violett und des Roth zweier Spectra bestralen, so färbt es sich schön Carmesinroth. Die Entfärbung der Blumenblätter des Papaver Rhoeas erfolgt (nach Vogel) hinter blauem Glase schneller als hinter weissem etc. Vergl. über viele hieher gehörige Erscheinungen — welche, sofern die einzelnen Farbstralen und die farblosen Stralen als eigenthümliche Chemischwirksame Gegenstände der Chemie sind, hinsichtlich ihres besonderen Verhaltens auch dieser Wissenschaft anheim fallen — m. System d. Chem. a. a. O.

32) Berard will im äussersten Rande des Roth die gröſste Wärmung, und die der sogenannten unsichtbaren Stralen ausser dem Roth nur $\frac{1}{5}$ so groſs gefunden haben. Leslie streitet den letzteren alle Er-

wärmung ab, wogegen meine eigenen Beobachtungen streiten. Herschel's Versuchen gemäfs, nimmt das Farbenspectrum nur $\frac{3}{5}$ des Raums vom Wärmespectrum ein. — Morichini liefs eine Stahlnadel mit dem durch eine Linse concentrirtem violetten Stral vom Mittelpunct gegen die nach Norden hingerichtete Spitze $\frac{1}{2}$ Stunde lang wiederholt bestralen (gleichsam bestreichen) und sah sie stark magnetisch werden; Configliachi u. e. A. wollte der Versuch nicht gelingen.

33) Vergl. ausser den angeführten Schriften C. W. Scheele Von der Luft und vom Feuer. Ups. und. Leipz. 1777. 8. S. 61. Herschel in Gilbert's Ann. VII. 137. X. 68. XII. 521. Ritter ebendas. XII 409—415. und dessen Phys. chem. Abh. II. 353—260. Böckmann Ueb. d. Erwärmungversch. Körper durch die Sonnenstralen. Carlsruhe 1811. 8. u. dessen Abh. in Scherer's Journ. V. 243. Wollaston in Gilbert's Ann. XXXIX. 291. v. Göthe u. Seebeck in v. G's. Zur Farbenlehre II. 716. Bérard in Gilbert's Ann. XLVI. 576. v. Grotthuss ebendas. LXI. 50. Gay-Lusac u. Thenard in Schweigger's Journ. V. 219. Vogel ebendas. VII 95. u. IX. 236. —. Dessaignes ebendss. VIII. 115. u. Journ. de phys. LXVIII. 444. LIX. 5. Heinrich a. a. O. v. Grotthuss in Schwegger's Journ. XIV. 133. u. m. Grundzüge S. 309—311.

§. 163.

Vers. LV. Läfst man farbloses gespiegeltes, z. B. von weissen Wolken zurückgeworfenes Licht von dünnen, durchsichtigen, an einer oder an beiden Seiten von anderen Durchsichtigen begränzten Blättchen auffangen, so stralen dieselben farbiges Licht zurück, und läfst man das Licht hindurch gehen, so lassen sie farbiges Licht hindurch. Vorzüglich lebhaft sind diese Farben, wenn das dichtere Blättchen sich zwischen zwei dünneren Medien befand (wie z. B. bei den Seifenblasen), minder lebhaft, wenn zwei dichtere Mittel ein dünneres einschliefsen. Jede der hiedurch erzeugten Farben (von mir Schichtenfarblicht genannt; m. Syst. d. Che-

mie S. 154) steht mit der Dünne des eingeschlossenen Mediums (z. B. des Blättchens, der Luft etc.) in bestimmten Verhältnifs, so dafs die Art (und die Folge) der Farben aus der bekannten Dicke des spiegelnden Mediums und umgekehrt dessen Dicke aus der Farbe erschlossen werden kann. Es gehören hieher ausser den Farben der Seifenblasen auch jene der Schmetterlingsflügel, der Fischschuppen, das Iridisiren verschiedener Gestene, die Anlauffarben des Stahls, Kupfers (S. 171.) etc., die Schillerfarben gefirnifster dunkler Scheibchen, durch Verwitterung aufgeblätterter alter Fensterscheiben, das lebhafte Farbenspiel des Perlmutter etc., die zuerst von Newton genau bestimmten sogenannten Farbenringe und wahrscheinlich auch, dem Hauptantheile des Wirkenden nach, die Farben der Pigmente.

1) Newton legte eine convexe Linse von sehr grofser Brennweite so auf ein möglichst eben geschliffenes Glas, dafs der Scheitel der Convexität der Linse mitten auf das Planglas zu liegen kam, und prefste in dieser Lage beide Gläser gelinde aneinander. Von oben angesehen erschien die Berührungsmitte als ein schwarzer (d. i. farbloses Licht von sehr geringer Intensität zurückwerfender) Kreis, diesen umgab zunächst ein farbiger, dem folgte wiederum ein dunkeler, dann wieder ein farbiger u. s. f. abwechselnd concentrisch farbige Kreise. Die Durchmesser der dunkelen und der farbigen Kreise genau messend, fand N. die Quadratzahlen der Durchmesser der farbigen Ringe in dem Verhältnisse der Reihe der ungeraden Zahlen, dagegen jene der Durchmesser der dunkelen Säume, in dem Verhältnifs der Reihe der geraden Zahlen. Je schiefer der Winkel war, unter welchem man die Farben betrachtete, um so lebhafter wurden sie. Wasser statt Luft zwischen beide Gläser gebracht, minderte die Farbenintensität.

2) Läfst man die Farbenkreise von einfarbigem Lichte bestralen, so erscheinen sie vorzüglich dort dunkel umgränzt, wo Gegenfarben

über einander treffen; läſst man statt des farblosen Lichts (im dunkelen Zimmer) einfarbiges Licht zn den Gläsern gelangen, so erscheinen die gleichwerthigen Farben, welche das dem Farblicht stets beigemischte Weiſslicht erzeugt, lebhafter, die anderen mehr oder weniger grau und kaum erkennbar, die dunkelen Säume von beträchtlich tieferem Tone.

3) Sah man durch beide Gläser hindurch, so zeigte das Durchgangslicht ebenfalls — aber mattere Farben und in folgender Ordnung den durch Spiegelung erzeugten entgegengesetzt; dem Schwarz erschien Weiſs, dem Roth: Blau, dem Gelb: Violett, dem Grün: Purpur entgegen (erinnernd an die Beugungsfarben).

4) Indem das zwischen gebrachte Wasser die Durchmesser der Farbenringe in solchem Maaſse minderte, daſs sich diese Durchmesser zu den bei der Reflexion mit zwischen liegender Luft wie 7 : 8 oder, da deren Quadrat 49 : 64, nahe wie 3 : 4 verhielten, erweckte dieses Verhalten bei N. die Vermuthung, daſs die Breiten der durch Spiegelung von verschiedenen durchsichtigen Schichtchen erzeugten Farbenringe (und mithin die zu den einzelnen Farben zugehörigen Dicken der reflectirenden Mittel) durch das Brechungsverhältniſs der Mittel zur Luft bestimmt würden; S. 442. Dem Durchmesser des kleinsten, bei zwischenliegender Luft erhaltenen Farbenkreises = 1 gesetzt, fand Newton die Gröſse der übrigen, wie folgt:

Durchmesser	Quadrate derselben (die arithmetische Reihe nachstehender ungleicher Zahlen befolgend)	Differenzen
1,00000	1	
		0,73205
1,73205	3	
		0,50402
2,23607	5	
		0,40968
2,64575	7	
		0,35425
3,00000	9	
		0,31663
3,31663	11	
		0,28892
3,60555	13	
		0,26743
3,87298	15	

Hingegen den Mittelpunkt des Schwarzen = 0 gesetzt, war die Lage der tiefsten Farben so, daſs die Durchmesser der übrigen im Verhält-

nifs der Zahlen 2 : 4 : 6 : 8... folgten; s. oben Bem. 3. Als N. nun die Luftschicht maafs, bei welcher die erste am meisten glänzende Farbe entsteht, fand er deren Dicke = $\frac{1}{178000}$ engl. Zoll; für die folgenden, deren Zähler 3; 5; 7; 9 .. bleibt derselbe Nenner. Unter der Voraussetzung, dafs die zu den einzelnen Farben gehörigen Dicken der reflectirenden Mittel durch das Brechungsverhältnifs der Mittel zur Luft gegeben sind, berechnete hierauf N. folgende Tafel der Dicken der farbigen Schichten (oder Blättchen) von Luft, Wasser und Glas, wobei die Farben in sogenannte Ordnungen oder Folgen, entsprechend den abwechselnden Farbsäumen, abgetheilt sind, von den wir die ersten sieben hier aufführen. (Jenseits der 7ten Ordn. geht das Licht in ungleichförmiges Weifs zusammen).

Folgen	Erzeugte Farben	Dicke der durchsichtigen Mittel in Milliontheilchen eines engl. Zolles.		
		Luft	Wasser	Glas
1	sehr schwarz	0,500	— 0,375	— 0,322
	schwarz	1,000	— 0,750	— 0,645
	beginnendes Schwarz	2,000	— 1,500	— 1,276
	blau	2,400	— 1,800	— 1,550
	weifs	5,250	— 3,875	— 3,400
	gelb	7,111	— 5,333	— 4,600
	orange	8,000	— 6,000	— 5,166
	roth	9,000	— 6,750	— 5,800
2	violett	11,166	— 8,375	— 7,200
	indigblau	12,833	— 9,625	— 8,182
	hellblau	14,000	— 10,500	— 9,000
	grün	15,125	— 11,333	— 9,714
	gelb	16,276	— 12,200	— 10,400
	orange	17,222	— 13,000	— 11,111
	hochroth	18,333	— 13,750	— 11,833
	scharlach	19,666	— 14,750	— 12,666
3	purpur	21,000	— 15,750	— 13,550
	indigo	22,100	— 16,571	— 14,250
	blau	23,400	— 17,550	— 15,100
	grün	25,200	— 18,900	— 16,250
	gelb	27,143	— 20,333	— 17,500
	roth	29,000	— 21,750	— 18,714
	bläulichroth	32,000	— 24,000	— 20,666

		Luft	Wasser	Glas
4	bläulich grün	34,000	— 25,500	— 22,000
	grün	35,276	— 26,500	— 22,750
	gelblich grün	36,000	— 27,000	— 23,222
	roth	40,333	— 30,250	— 26,000
5	grünlichblau	46,000	— 34,500	— 29,666
	roth	52,500	— 39,375	— 34,000
6	grünlichblau	58,750	— 44,000	— 38,000
	roth	65,000	— 48,750	— 42,000
7	grünlichblau	71,000	— 53,250	— 45,800
	röthlichweiſs	77,000	— 57,750	— 49,666

5) Am glänzendsten zeigen sich die Schichtenfarben, wenn man das von der Luft oder von weissen Wolken reflectirte Licht auf durchsichtige dünne, mit dunkler Unterlage versehene Blättchen fallen läſst. Z. B. das Farbenhäutchen einer sehr verdünnten, durch Schwefelwasserstoff frisch gefällten Metallauflösung (z. B. der des Blei's); eines über Wasser verbreiteten Tropfens Oel, oder frischer Ochsengalle), der frischen tinct. quasiae, ligni nephritici, des Wassers mancher Pfützen, der Blättchen dünn geblasenen Glases, des Glases alter Spiegel, des auf polirtes Messing zu heiſs aufgetragenen Goldfirnisses etc. Merkwürdig ist auch in dieser Hinsicht die Farbenfolge des Gefieders mancher Vögel, und die Farbenänderung der Federn durchs Alter der Vögel. Legt man dünne durchsichtige farblose Blättchen auf einen schwarzen Spiegel, dieselben durch reflectirtes Weiſswolken-Licht beleuchtend, so erhält man ähnliche Farbenbilder, welche man in einem zweiten hinreichend geneigten schwarzen Spiegel oder durch ein Kalkspathprisma hinreichend deutlich wahrzunehmen im Stande ist; siehe weiter unten den nächten Abschnitt.

6) Ist die Farbe bekannt, welche ein Blättchen von einer bestimmten Dicke gewährt, so lassen sich mit Hülfe der obigen Tabelle im Voraus die Farben bestimmen, welche entstehen werden, wenn zwei, drei etc. dergleichen Blättchen übereinander gelegt werden. So erzeugen z. B. zwei gleich dicke Gypsblättchen (Fraueneiſsblättchen), deren jedes einzeln das zwischen 17,222 und 18,333 der zweiten Folge liegende Roth gewähren, aufeinander gelegt das der Luftdicke von 35,276 entsprechende (dem Roth complementaire) G r ü n der vierten Folge. So giebt e i n Gypsblättchen das B l a u der 2ten Folge (bezeichnet durch 14), wenn zwei dergleichen Blättchen ein (complementaires) O r a n g e

der 3ten Folge gaben, welches zwischen 27,143 u. 29 fiel. (Häufig sind die durch Verdoppelung der Schichtdicke gewonnenen Farben, die complementairen jener der einfachen Schichten, jedoch kommen auch Ausnahmen vor; wie die Ansicht der Tabelle zeigt. Die Luftschicht-Zahl der bekannten Farbe eines Blättchen, dividirt durch das Brechungsverhältnifs desselben gegen die Luft (z. B. die Zahl des Blau der 3ten Folge, welches ein Glimmerblättchen gewährt = 23,4, dividirt durch das Brechungsverhältnifs des Glimmers zur Luft = 1,53) giebt die Dicke des Blättchen $\left(\frac{23,4}{1,53}\right.$ = 15,3 Milliontheilchen eines engl. Zolles). Biot a. a. O. IV. 77 u. 343 und Gilbert's Ann. XLVI. 15 ff.

7) Die oben erwähnten Farbenkreise erhält man nach Newton auch durch Uebereinanderlegen zweier convexer Linsen von grofser Brennweite, und da dergleichen jetzt selten zu haben sind (die Newtonsche biconvexe, auf das Planglas gelegte Linse gehörte als Objectivglas zu einem Fernrohr von ohngefähr 50 Fufs engl.) zweckmäfsiger, indem man zwei Glasprismen mit kleinen brechenden Winkeln (oder auch zwei Glasscheiben von mäfsiger Dicke und Gröfse, unter ziemlich starkem Gegendruck) aufeinander legt. Auch in möglichst verdünnter Luft zeigen sich die Farbensäume, jedoch nur dann genau concentrisch, wenn sich die Gegenflächen (z. B. auf einer Glasplatte und eines unterliegenden Glases nach einem bestimmten Gesetze entfernen. Erscheinen sie nicht hinreichend deutlich, so mufs man sie durch eine Loupe betrachten, und um auch die entfernteren, kaum sichtbaren kenntlich zu erhalten, statt der Loupe ein Prisma zum Beschauen wählen. Die Minderung der Intensität, welche z. B. Wasser gewährt, zeigt man leicht, indem man (nach Newton) dasselbe, nach schon gebildeten Farbenringen, zwischen die Prismen treten läfst. Experimentirt man mit Seifenblasen, so mufs man diese unter dünnen Glasglocken gegen Verdünstung und Zerreissung schützen, oder besser, sie an einer, in ein dünnes gläsernes Gefäfs gesenkten, Glasröhre entstehen machen. Der Durchmesser ihrer Farbenringe zeigt sich gewöhnlich gegen 24 mal geringer als bei der Luft; der schwarze Fleck zeigt sich an der dünnsten Stelle. Bei prismatischem Licht sind die Grenzen der Säume nicht schwarz, sondern (wegen Spiegelung der Flächen) nur dunkel.

8) Erwärmung bringt die Farbenringe nicht zum Verschwinden, sondern erweitert sie nur, jedoch ist nach des Abbé Mazeas hieher gehörigen Versuchen eine Unterbrechung der Farbenerscheinungen durch Erhitzung möglich; Mem. de l'acad. de Prusse 1752. Es erhielt derselbe beim Erkalten der Glasplatten wiederkehrende Farbenringe, als er zwei durchsichtige, gut polirte Glasplatten solange in horizonta-

ler Richtung über einander rieb, bis sie vollkommen adhärirten. Auf den (vor dem Reiben vollkommen getrockneten und erwärmten) Glasplatten, zeigten sich Farbenovale (ähnlich den Farben alter Fensterscheiben) von mehr den 10 Linien Durchmesser, deren Hauptfarben aus Roth und Grün (Ergänzungsfarben) bestanden, und deren Mitte ein kleines oranges (goldfarbenes) Oval bedeckte, welches ein dunkelviolettes Mittelscheibchen einschlofs. Wurde das Plattenpaar erhitzt, so verschwand das Farbenbild, erschien hingegen sogleich wieder, als die Platten auseinander genommen und dann wiederum zusammen gelegt wurden, ohne dafs es dazu einer neuen Reibung bedurft hätte. (So war denn die Erhitzung das Mittel die zwischen liegende Luft noch beträchtlicher zu verdünnen, als dieses in ähnlichen Versuchen anderer Physiker statt gehabt hätte; hier scheint die Verdünnung an gänzliche Entfernung gegränzt zu haben?)

9) Läfst man eine gesättigte wässerige Lösung des Weinstein oder des oxychlorsauren Kali erkalten, so erscheinen die zuerst niederfallenden, dünnsten Krystalltheile verschiedentlich gefärbt; nach Maafsgabe der Aenderung des Einfallswinkels unter welchem man sie betrachtet, und der Dicke, welche sie erlangt haben, und deren Zunahme zuletzt alle Farbe in gleichförmiges Weifs erlöschen läfst. Aus der zuerst erscheinenden Farbe läfst sich die ursprüngliche Dicke eines ersten und einfachen Krystallblättchens berechnen; s. oben Bem. 6.

§. 164.

Bei den durchsichtigen Schichten erfolgt der Uebergang von der ersten Farbentinte zu der letzten stets durch dieselben Abstufungen der Dicke, wie verschieden auch immer die chemische Beschaffenheit der Substanz der Schichten seyn mag. Hieraus scheint zu folgen, dafs auf die Entstehung der körperlichen Farben, die verschiedene chemische Beschaffenheit nur in sofern Einflufs habe, als sie die Dicke der Schichten (oder das respective Aequivalent derselben die Dichte); z. B. bei Flüssigkeiten, ändern. Wo daher Farbenänderungen durch che-

mische Einwirkungen zu Stande gebracht werden, folgen die dabei eintretenden Farbenabstufungen stets der Ordnung der Farbenringe.

1) Newton bemerkte dieses bereits bei Farbenänderungen der welkenden Blätter, deren Grün der dritten Folge angehört und auch nur absteigend durch Gelb, Orange und röthliches Pomeranzengelb geht. In Chlorgas getauchte Blätter geben dieselbe Aenderung schnell, und in Joddampf mindert sich zugleich die Intensität des beigemischten Weiſslichts bis ins Dunkelbraune. Während der Entwickelung scheinen die Farben verschiedentlich gefärbt hervortretender Blätter, Blumen und Früchte in der Orduung der Ringe aufzusteigen; vergl. auch Glocker über die Wirkung des Lichts auf die Gewächse. Breslau 1820. 8. Johns Vers. über den Einfluſs einiger Reagentien auf die Farben der Blumen während des Wachsthums; in dessen: Ueber d. Ernähr. d. Pflanzen. Berlin 1818. 8. 232. Ueber die Farbenfolge bei der Entwickelung und dem Wachsthum der Vögel; F. S. Voigt: Die Farben der org. Körper. Jena 1816. 8. Das Roth der Centifolien Rosen gehört der dritten Ordnung an; Alkalien ändern es in das Gelblichgrün der 4ten Folge um. Es gehören hieher die Farbenänderungen sämmtlicher organischer Pigmente (vergl. m. Grundzüge S. 303.) die des mineral. Chamaeleon, die des in Wasser gelösten grünen schwefelsauren Eisenoxyduls durch Galläpfel, die Umänderung des Grün des eben genannten Salzes in Pfirsichblüthroth durch Erhitzung mit conc. Schwefelsäure etc. Claubry's Vers. zufolge, die ich vollkommen sich bestätigen sah, geht ein Gemisch von Mandelöl, Stärke nnd Schwefelsäure, während des Zusammenreibens genau von den Farben der ersten Folge zu jenen der zweiten Folge über. Zuerst erscheint es nemlich gelblich, dann hell orange, dunkel orange, roth und zuletzt violett. Beim Uebergange ins Rothe, tritt ein Moment ein, wo die Lichtverschluckung so stark ist, daſs es fast „schwarz" erscheint. Als C. statt des Mandelöl's jenes Oel wählte, welches durch die Einwirkung des Chlor auf Alkohol gewonnen wird, so folgt dem Violett das schönste Blau der zweiten. Hämatin (Blauholzsäure S 251.) erscheint im festen Zustande grau metallisch glänzend, in etwas Essigsäure haltigem Wasser gelöst, bietet es das (etwas ins Grüne spielende) Gelb der zweiten Folge dar; darauf in einer mit Merkur gesperrten Glasröhre erhitzt (z. B. durch Annährung heiſsen Eisens, oder Eintauchen in eine stark erhitzte Röhre) durchgeht es allmählig das Gelbe, glänzend Orange, glänzend Rothe, Ponceau und Purpur, und endet im Purpurbläu-

lich; erkaltend kehrt es, während einiger Tage die genannten Farben durchlaufend, wieder zur ersten Farbe zurück. Eine große Menge hieher gehöriger Beispiele enthalten: Delaval's Vers. und Bemerk. üb. die Ursache der dauerhaften Farben undurchsichtiger Körper. Aus dem Engl. von Crell. Berlin u. Stettin 1788. 8.

2) Newton folgerte aus den Farben dünner Schichten und denen bei Verdünnungen eintretenden Farbabänderungen gefärbter Flüssigkeiten, daſs jeder eigenthümlich gefärbte Körper aus sehr dünnen, an sich durchsichtigen Blättchen bestände, deren Dicke einer bestimmten Farbe correspondire; d. h. die gemäſs ihrer bestimmten Dicke bestimmte Farbentheile des Weiſslichts zurückhalten, während sie die übrigen spiegeln. Einfarbig würden hiernach die Körper erscheinen, wenn die Dicke bei allen Blättchen dieselbe ist; mehrfarbig hingegen, wenn an der Oberfläche sich zu den Seiten dünnerer Blättchen dickere vorfinden; und Farbenänderung wird überall eintreten müssen, wo die Dicke einiger oder aller Begränzungsflächen (sey es durch Erwärmung, oder durch Compression, oder durch chemische Einwirkung) Veränderungen erleidet. Biot (a. a. O.) glaubt aus seinen hieher gehörigen Beobachtungen folgern zu müssen, daſs die Art der von einer dünnen Scheibe zurückgeworfenen Farbe, wenn die Scheibe im Vergleich mit dem sie umgebenden Mittel sehr lichtbrechend ist, nur von der Dicke und dem Brechungsvermögen der Scheibe, die Farbensättigung hingegen hauptsächlich von der Natur des die Scheibe umgebenden Mittels abhängig ist; wie denn mit Wasser oder mit Oel getränkte wollene oder seidene Zeuge dunkeler werden, als sie ohne Tränkungsflüssigkeit erscheinen. (Aenderung der Farbe des electrischen Funkens innerhalb verschiedener gasiger Medien; I. S. 474.)

3) Alle Wasserdunstsphäroide (oder sog. Nebelbläschen I. S. 273. zu deren genaueren Betrachtung die Loupe erfordert wird) erlangen nach N., wenn sie sich zu verdichten beginnen, in Folge der dadurch erlangten Dicke, die Fähigkeit das schwache Blau der ersten Ordnung zurückzuwerfen, und gewähren so, bevor sie zu Wolken zusammentreten, die Bläue des Himmels; vergl. S. 467. Das glänzendste Weiſs gehört nach N. ebenfalls der ersten Folge an, hingegen ist das Weiſs des Schaumes, Papiers, der Leinwand etc. und der meisten weiſsen Körper das Erzeugniſs der Vereinigung der Farblichter mehrerer Folgen. Das Weiſs der weiſsen Metalle hält N. ebenfalls als zur ersten Ordnung gehörend, und da sie dem Golde an Dichte nachstehen, so würden sie auch durchsichtiger als das Gold seyn müssen,

wenn die Durchsichtigkeit (bei ein und derselben durchsichtigen Flüssigkeit im umgekehrten Verhältnifs der Dichte stehend) durch gröfsere Dichte zur Undurchsichtigkeit führte. Aber selbst die Alkalimetalle sind minder durchsichtig als Gold; es ist daher die Undurchsichtigkeit nach N. Folge nicht der Dichte, sondern der gröfseren Dicke und jener Lagerung der Theilchen, gemäfs der sie Weifslicht unzerlegt reflectiren. (Das reflectirte Weifslicht dürfte auch wohl bei den weifsen Metallen gröfstentheils das Product einer durchgängigen Gegenspiegelung und dadurch bewirkten Farbenausgleichung seyn). Verändert sich diese Dicke (wie z. B. beim Anlaufen des Stahls, beim Blick des Silbers etc) so werden auch andere Farben zurückgeworfen. Die Farbe des Goldes scheint der 2ten, die des Kupfers der 3ten Folge anzugehören. Wie beträchtlich der Einflufs ist, den die Anordnung der zur Oberfläche gehörenden Schichtchen auf die Farbenerzeugung hat, zeigt Brewster's Uebertragung des Perlmutterfarbenspiels auf andere Materien, z. B. auf feines schwarzes Siegellack, auf Rose's leichtflüssiges Metallgemisch etc. dadurch, dafs man diese Substanzen gegen Perlmutter drückt.

4) Dafs das meiste Weifs Vereinigungsweifs zahlloser Farbenringe ist, zeigt die genaue Betrachtung z. B. des Seifenschaums und dickhülliger ungefärbter Seifenblasen, durch das Prisma; man sieht nemlich durch dasselbe, ohngeachtet die Blasenhülle noch beträchtlich verdünnt werden müfste, um Farben zu zeigen, daran bereits mehrere conc. Farbenringe.

5) Eine Zertheilung der Blättchen ins Unendliche, jedoch mit einer Adhäsion der Theilchen, welche gröfser ist, als jene zu umgebenden Mitteln, und welche ausserdem von Theilchen zu Theilchen und in jeder Richtung gleich stark wirkt, und mithin absolute Biegsamkeit ohne Zerreissung für je zwei Theilchen, also auch vollkommene Verschiebbarkeit, d. i. vollendete Flüssigkeit möglich macht (I. S 50.), führt (im Sinne der Newtonschen Ansicht) zur Reflexion des Weifslichts, und läfst dergleichen Substanzen farbenlos-durchsichtig erscheinen. Sind hingegen die Theilchen nicht unandlich klein, im Uebrigen aber den erwähnten Bedingungen unterworfen, so werden sie mehr oder weniger farblose undurchsichtige (z. B. metallische weisse) Flüssigkeiten darstellen, die (gleich dem Glase) zur Erstarrung gelangen, wenn nur eine jener Bedingungen, z. B. die des gleichartigen und gleichförmigen Gegenzugs wegfällt (a. a. O. S. 49.) Demnach würden alle Substanzen, im vollkommen ausdehnsam-flüs-

sigem Zustande, farbenlos durchsichtig seyn; es fragt sich daher: ob z. B. Chlorgas wirklich vollkommen gasig ist, oder ob in demselben nicht eine Annäherung zum Zustande des Joddampfes, Indigdampfes etc. statt hat? Dafs aber tropfl. Flüssigkeit statt haben kann, selbst bei einer nicht sehr weit getriebenen Theilung (Flächenvertheilung) der Blättchen und unter Beibehaltung der ursprünglichen Dicke (wenn nur die Gleichartigkeit hinreichend starken Gegenzuges gesichert bleibt), beweifst die Farbe des geschmolzenen Goldes, Kupfers etc.

6) Häufig gehen Metalle durch Sauerstoff und Säuren in Farbenlosdurchsichtige über; woraus folgt, dafs Sauerstoff und Säuren mit ihnen in Form unendlich kleiner Theilchen (also Punkt für Punkt) verbunden, oder dafs jedem unendlich kleinen Metalltheilchen ein unendlich kleines Sauerstoff etc. Theilchen unendlich nahe, d. h. mit ihm in demselben Raume zugegen ist; S. 185 ff.

7) Zertheilung der weissen Metalle mit Aufhebung des Gegenzugs (z. B. durch Zwischenlagern adhärirender Lufttheilchen) bis zu einer Kleinheit und Verdünnung der Blättchen, welche weiter getrieben ist, als jene, bei welcher noch Farben erzeugt werden, läfst diese Substanzen schwarz erscheinen; nach Newton, weil sie nur höchst wenig Licht zurückwerfen, und fast alles auffallende Licht verschlucken. Denn dieselben Ziehgewalten, welche die Theilchen zuvor in ihrer Verbundenheit gegen einander ausübten, treffen nun das einfallende Licht, und wältigen es, d. h. wandeln es in Ruhlicht um (vergl. man Syst. der Chem. a. a. O.) Wärme, als Anziehung der Theilchen direct entgegenwirkende Gewalt, vermag dieselbe zu mässigen und endlich zum Verschwinden zu bringen, und in diesem Falle wird das Ruhlicht wieder stralend Licht, wie das Erglühen schwarzer (so wie gefärbter und farbloser) Körper zeigt. Es hat daher dieser Procefs einige Aehnlichkeit mit dem der Brechung und Beugung des Lichtes, nur mit dem Unterschiede, dafs es bei diesen Vorgängen kaum zur Bindung (Absorption) des kleinsten Theiles des Lichtes kommt, weil die Theilchen der Durchsichtigen (oder der scharfen Ränder) nur mit jenem Ueberschufs von Ziehung auf das Licht zu wirken vermögen, der ihnen nach gefordertem und vollbrachtem Gegenzuge ihrer selbst bleibt. Denn es ist nicht gleichartige, sondern entgegengesetzte Ziehgewalt, welche Körpertheilchen mit Körpertheilchen vereint, und verschieden von der allgemeinen, gleichartigen, im Verhältnifs der Massen stehenden, und daher von Theilchen zu Theilchen summirbaren Anziehung; das Licht folgt auch nur dem Gegenzuge und nicht der allg. Anziehung, und die dichteren und brennbareren Substanzen haben einen im Verhältnifs ihrer

Dichte und Brennbarkeit stehenden gröfseren Ueberschufs an Gegenzugsgewalt ihrer Theile.

8) Merkur bildet zerrieben ein schwarzes Pulver, und stellt so ein in seine Ur-Theile durch Zwischenlagerung von adhärirender (nicht chemisch gebundener) Luft Zerfälltes dar; auch heftiges Schütteln und Reiben mit Wasser bringt (meinen Beob. gemäfs) eine ähnliche Zertheilung hervor; Erhitzung (heftiger Druck) vertreibt die Luft oder das Wasser, und stellt die metallische Flüssigkeit wieder her. Aus der Silberauflösung durch Licht gefälltes Silber erscheint als schwarzes Pulver. Silber, Zinn, Bley, Graphit geben mehr oder weniger schwarze Striche. Künstlich gefällte Schwefelmetalle erscheinen meistentheils dunkler von Farbe (bei Arsenik, Cadmium, Stibium etc. fallen die gelben oder gelbrothen Farben in die nächst unteren Ordnungen). Eben so hydrogenirte Metalle. Verkohlung und Verwesung, so fern auch die letztere schwärzt, scheinen hinsichtlich der Verdünnung und Aufhebung der Continuität der Theile (Aufweissung), dasselbe im engern Raume darzubieten, was der graue Rauch durch seine von Luft etc. umschwebten schwarzen Theilchen mit mehr erweiterten Zwischenräumen darstellt. Ueber schwarzes Glas etc. meine Grundzüge S. 305 und 306.

9) Einen sehr schönen hieher gehörigen Versuch beschreibt Biot (a. a. O.). Thenard hatte sorgfältig dieselbe Menge Phosphor 7 bis 8 mal destillirt, um ihn recht rein zu erhalten; in heissem Wasser geschmolzen wurde er, wie gewöhnlich, zur durchsichtigen gelblichweissen, flüssigen und langsam erkaltet zur festen, halbdurchsichtigen Masse, warf man ihn hingegen dennoch flüssig in kaltes Wasser, welches man während dessen mit einem Glasstäbchen rasch umrührte, so wurde er schnell undurchsichtig und vollkommen schwarz; aufs Neue geschmolzen, nahm er seine vorige Farbe und Beschaffenheit wieder an. Biot und Clement wiederholten diesen Versuch mit von Thenard dazu gelieferten, dem vorigen gleichen Phosphor; er zerfiel im kalten Wasser in 10 bis 12 durchscheinend gelblichweisse Kügelchen, welche mit einer Glasröhre berührt, dieselben erstarren und zugleich vollkommen schwarz erscheinen liefsen. (Die Röhre wirkte hier wahrscheinlich zu gleicher Zeit entwärmend, erschütternd und in einzelnen linearen Richtungen gegenziehend, analog der magnetischen Ziehung, und ähnlich jenem Falle, wo in flüssiges Wasser von einigen Graden unter 0'6 geworfene Eisstückchen, augenblickliches Gefrieren der ganzen Wassermasse zu Wege bringen; I. S. 51.) Edm. Davy behandelte schwefels. Platin mit Alkohol, und verwandelte es dadurch in schwarzes Pulver; Philos. Transact. 1820.

10) Herschel leitet die Phänomene der Farbenringe und der Farben dünner Schichten von der Beugung (Gilbert's Annal. XLVI. 22.) Parrot die ersteren von der Stralenbrechung innerhalb der erwärmter zwischen den Gläsern liegenden Luftschichten ab; dessen Theoret. Phys. II. 209. ff. Brandes Gegenerinnerungen; Gilberts Ann. XLVII. 209. LI. 244. LIV. 317. Vergl. auch Prevost in den Ann. de chim. 1817. Fev. p. 192. Newton selbst und in unseren Zeiten vorzüglich Biot) sucht sie auf eine von ihm aufgestellte Ansicht zurückzuführen, die unter der Benennung der Hypothese der Neigungen (Accesse) leicht durchzustralen und leicht zurückzustralen bekannt, und früherhin wie gegenwärtig noch sehr bestritten ist; vergl. Biot a. a. O. IV. 192 u. ff. Es stützt sich diese Hypothese auf folgende Voraussetzungen: a) Die Theilchen der Körper hängen nicht durchgängig zusammen, sondern bilden Gruppen, welche von Mitteln umgeben sind, deren Brechungsvermögen entweder = 0 (d. i. bei als vorhanden angenommenen leeren Zwischenräumen) oder doch beträchtlich geringer als das der Gruppen ist. b) Die zu den Körpern gelangenden Lichtstralen werden zurückgeworfen; α) theils unverändert, gemäfs der Abstofsung des Körpers aus der Ferne, (vergl. oben S. 423. aber auch S. 424.), wie alle Arten schwarzer, weisser und gefärbter Spiegel zeigen, indem sie den grössern Theil eines einfallenden Sonnenstrals regelmässig (d. h. so, dafs der Rückstralungswinkel dem Einfallswinkel gleich ist) und ungefärbt zurückwerfen; β) theils verändert und zwar als Farblicht (vermöge des Eindringens des Lichtes in die Spiegelsubstanz S. 436.), indem nach Art wie bei der Farbenzerstreuung jeder eingedrungene Stral von jedem Punkte nach allen Richtungen auseinander stralt (S. 462.) und somit für das Innere der ganzen Masse Farbe ertheilend, und bei gleichbleibender Beschaffenheit und Dünne der Gruppen ein und dieselbe Farbe beständig wirkt. Wird dabei das Mittel innerhalb, welchem die Gruppe sich befindet, von unendlich kleinem Brechungsvermögen, so wird das Brechungsvermögen der Gruppe selbst verhältnifsmässig sehr stark seyn können, ohngeachtet sie einem Körper angehört, der im Ganzen genommen eine geringe Brechungskraft besitzt. In diesem Falle wird aber die Farbe bei jedem Einfalle dieselbe seyn; um so mehr, wenn die Gruppen nur in ihrem Schwerpunkte durchdrungen werden können, indem der Seitendurchgang durch eintretende Beugung verhindert oder doch abgelenkt wird. c) Die durch die (leeren) Mittel gehenden Stralen, werden von den Seiten der Gruppen mehr oder weniger gebogen, und so schlängelnd hindurch gehen, theils als ungetrenntes Weifslicht, theils als Ergänzungsfarblicht derjenigen Farbstralen, welche von den

Gruppen nicht zurückgeworfen wurden, nach Abzug desjenigen Antheils von Farblicht, welches von der Substanz verschluckt (gebunden) und dadurch zum Nichtleuchten (Erlöschen) gebracht wird; eine Verminderung und Theilung der Farbstralen, welche bei jedem Körper statt hat, und bewirkt, dafs durchgehends (z. B. Sonnen-) Licht in den meisten Fällen nicht die Ergänzungsfarbe des gespiegelten Lichtes darbietet; wie denn z. B. Gold ins Orange spielendes gelbes Licht spiegelt, aber statt blaues hindurchzulassen, grün durchscheinbar ist (weil die Substanz des Goldes einen Theil des blauen und violetten Lichtes verschluckend zurück behält); d) die Spiegelung und das Durchlassen des Lichtes, erfolgen in jeder Gruppe nach denselben Gesetzen, wie bei dünnen Schichten; die Farbe, welche sie zurückwerfen, kommt von der zweiten Fläche jeder einzelnen Schicht und ist abhängig von deren Dicke und Brechungsvermögen; e) die Farben der Farbstralen sind nicht Erfolge einer von den Mitteln ausgehenden Aenderuug oder Bestimmung, sondern gehören ihnen ursprünglich an, so dafs sie dieselben bereits bei dem Austritt aus leuchtenden Materien besitzen und während des Durchgangs durch jedes beliebige Mittel in allen Fernen, als zu ihrem Wesen gehörend behalten; f) die Fortpflanzung des Lichts ist innerhalb der Himmelsleere für alle Farbstralen des Weifslichts gleichmäfsig progressiv (S. 414.); denn wäre die Geschwindigkeit der einzelnen Farbstralen verschieden, so müfste beim Eintritt oder Austritt eines Trabanten aus dem Schatten seines Hauptplaneten, seine Scheibe nach und nach mit den verschiedenen Farben des prismatischen Farbenbildes gefärbt erscheinen, was nicht der Fall ist; g) beim Durchgange durch Raum erfüllende und darum anziehende Mittel, verhält sich diese Geschwindigkeit der Stralen in diesen Mitteln zu der in der Leere, wie der Sinus des Einfallswinkels im leeren Raum zu dem Sinus des Brechungswinkels im erfüllenden Mittel; d. h. die Geschwindigkeit wächst mit dem Brechungsvermögen (S. 447).

11) Aber ausser dem bemerkten Verhalten, erleidet das Licht, Newton's Hypothese gemäfs während des Durchgangs durch brechende Mittel eine wesentliche (in demselben Mittel, sich periodisch in gleichen Zeiträumen wiedererzeugende) Aenderung seiner selbst, der zufolge es abwechselnd leichter durch- und leichter zurückstralt; N's eigene Worte lauten: Accessus sive reversiones dispositiones istius; qua fit, ut quilibet radius facilius reflectatur, appello ejo vices faciliores reflexionis: Reversiones autem dispositionis istius, qua fit, ut idem facilius transmittatur, appello ejus Vices facilioris transmissus. Optice, Lausannae 1740. p. 219. Statt des Ausdrucks Neigung oder Anwandelung wählen wir das pas-

sendere Wort Bestimmung-leicht durchzustralen und Bestimmung-leicht zurückzustralen, und nehmen für die erstere als physischen Grund die durch die während der Brechung statt habende, gegen das Licht gerichtete Anziehung, in demselben erweckte Gegenziehung (S. 488.) und für die letztere die Ansammlung und Mitwirkung des Ruhlichts (S. 489). — Den Raum, den das einzelne Lichttheilchen, zwischen je zwei Neigungen durchläuft, nennt Newton den Zwischenraum der Neigungen, so daſs (in demselben Mittel) die Länge jeder der beiden zusammengehörigen Neigungen die Hälfte dieser Zwischenräume :rifft. Innerhalb des Zwischenraums je zweier Bestimmungen leichter durchstralen (welche nach N. dem Lichte geworden nicht in Folge erweckter Gegenziehung, sondern gemäſs erlangter Beschleunigung) fällt für das in demselben anlangende Licht die Möglickeit leichter Rückstralung, die jedoch N. zufolge nicht nothwendig statt hat, sondern von der Beschaffenheit des Mittels, und vorzüglich von der Stärke der Repulsionskraft dieses Mittels abhängig ist. Für jene Lichttheilchen, welche die 8 Grenzen der prismatischen Farben bilden, wenn letztere bei gleichem Einfallswinkel in irgend ein Medium dringen, verhalten sich nach N. (gestützt auf seine Messungen der Farben-Erscheinungen) die Zwischenräume ihrer Durchstralungs-Bestimmungen unter einander, wie die Cubikwurzeln der Quadrate von 1; $\frac{8}{9}$: $\frac{5}{6}$: $\frac{3}{4}$; $\frac{2}{3}$: $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$. $\frac{1}{2}$ Die Gröſse dieser Bestimmungen steht, beim lothrechten Einfalle des Lichtstrals, für die verschiedenen Mittel, im Verhältniſs der Brechungssinusse, und die Bestimmungslängen müssen daher in der Leere um $\frac{1}{3388}$ gröſser seyn, als in der Luft, d. h. wenn man zur Einheit jene Dicke der Luft nimmt, welche lothrecht gesehen, eine gewisse Farbenabstufung rückstralt, so steht die Zunahme der Dicke eines leeren Raumes, welcher dieselbe Farbenrückstralung gewährt, im Verhältniſs der Brechung der Luft, also wie 3388 zu 3389. Gemäſs dieses geringen, fast unwahrnehmenden Unterschiedes erlitten in Mazeas Versuchen (S. 496.) die Gröſse und Färbung der Ringe der zwischen zwei Objectivgläsern zusammengedrückten Luft keine merkbare Veränderung, als man die Gläser in die Guerikesche Leere brachte und stark erhitzte, um die zwischenliegende Luft fortzutreiben. Um nun die Länge der Durchstralungs-Bestimmungen für jede Art von brechendem Mittel und von Lichttheilchen festzusetzen, bedarf es nur der Ausmittelung des Werthes eines einzigen hieher gehörigen Falles. Diesen bietet die Dicke jener Luftschicht dar, welche beim lothrechten Einfalle irgend eine Farbe zurückwirft oder hindurchläſst. Nun ist aber jener Raum, in welchem die erste glänzende Farbe der Rückstralung unterliegt = $\frac{1}{178000}$ Zoll

engl., und gleichfalls folgen die Wechsel des Durch- und Rückstralens derjenigen Lichttheilchen, welche die Grenze des Gelben und Orangen im Spectrum bilden, einander — in Theilen des engl. Zolls ausgedrückt — bei nachstehenden mittleren Dicken:

Durchstralen . . .	0		$\frac{2}{178000}$		$\frac{4}{178000}$
Rückstralen		$\frac{1}{178000}$		$\frac{3}{178000}$	$\frac{5}{178000}$;

mithin wird die Länge einer Durchstralungs-Bestimmung für die genannte Lichtart $= \frac{1}{178000}$ Zoll engl. und das Doppelte dieser Gröſse $(= \frac{2}{178000}$ Z.) dem Zwischenraume zweier Bestimmungen (gleichgültig ob der leichten Durchstralung oder der leichten Rückstralung) gleich seyn. Hieraus lassen sich nun (in Verbindung mit den vorhergeheuden Sätzen) die Gröſsen der Zwischenräume jener Durchstralungsbestimmungen ableiten, welche denen die 8 Grenzen im prism. Farbenbilde darstellenden Lichtarten zugehören. Nachstehende, in Milliontheilchen des engl. Zolles ausgedrückten Werthe, sind auf bemerktem Wege gefunden worden, indem man 1) die Durchstralungs-Bestimmungen in der Luft ausmittelte, und dann 2) diese Ergebnisse für das leere Mittel, für das Wasser und für das Glas dessen Newton sich bediente mit deren Brechungsverhältniſs, also für ersteres mit $\frac{3389}{3388}$, für das andere mit $\frac{3}{4}$ und für letzteres mit $\frac{20}{31}$ vervielfältigte.

Längen der Durchstralungs-Bestimmungen für die Grenzlichter der prismatischen Farben:

Farbgrenzen	im leeren Mittel	in der Luft	im Wasser	im Glase
Aeusserstes Violett	3,99816	3,99698	2,99773	2,57870
Grenze des Violett und Indigblau - - - -	4,32436	4,32308	3,24231	2,78908
Grenze des Indigblau und Hellblau - - -	4,51475	4,51342	3,38507	2,91188
Grenze des Hellblau und Grün - - - - - - -	4,84284	4,84142	3,63107	3,12350
Grenze des Grün und Gelb - - - - - - - -	5,23886	5,23732	5,92799	3,37891
Grenze des Gelb und Orange - - - - - -	5,61963	5,61798	4,21349	3,62450

Grenze des Orange und Roth - - - - - - -	5,86586	5,86414	4,39811	3,78331
Aeusserstes Roth -	6,34628	6,34441	4,75831	4,09317

Ueber die Verbindungen der Rück- und Durchstralungen bei verschiedenen Schiefen bei einem und denselben Farbenring, vergl. BIOT IV. a. a. O. Desgleichen BIOT's, POUILLET's u. DEFLERS Bestätigungen der von NEWTON zu Gunsten seiner Hypothese angestellten Versuche; ebendas. — Um die Abänderungen in gesetzliche Form zu bringen, welche die Rückstralungsbestimmungen den verschiedenen Lichtarten ertheilen, stellte NEWTON mehrere Versuche über diejenigen Farbenringe an, welche auf dicken Platten bemerkbar werden, wo sich beide Bahnen der Stralen, vor und nach der inneren Rückstralung, unterscheiden lassen. Das allgemeine Ergebnifs dieser Versuche war: wenn Lichtstralen (gleichgültig, wie sie auch geartet seyn mögen) auf der zweiten Fläche des Körpers in welchem sie sich bewegen, anlangen, und daselbst entweder regelmäfsig zurückgeworfen oder zerstreut werden (S. 504), so nehmen sie nach der Rückstralung oder Zerstreuung neue Bestimmungen an; und die Längen dieser Bestimmungen sind dieselben, die sie gewesen seyn würden, wenn die Theilchen — von dem äusseren (umgebenden) Mittel zu dem Körper kommend, in welchem sie sich befinden — in diesen unter einer Schiefe eingedrungen wären, welche jener gleichkommt, die ihnen die Rückwerfung ertheilt; BIOT a. a. O.

12) Sowohl aus mehreren der in den vorigen Bemerkungen erwähnten Beobachtungen, als besonders auch aus verschiedenen, die weiter unten zu beschreibende „Polarisation" des Lichts betreffenden Versuchen, folgert BIOT, dafs die unmefsbar kleinen Elementartheile des Lichts sich gleichmäfsig um ihren Schwerpunkt (oder vielmehr Repulsionspunkt, d. i. jener Punkt, in welchem die Repulsivkräfte aller Elementartheile jedes mefsbaren Stralentheils gegen einander gleiche Gewalt üben) drehen, und dafs der eine Pol dieser Drehungsaxe attractiv, der andere repulsiv, sowohl auf die Oberflächen der Körper, als auch auf deren Einzellagen und mithin auch auf die Hauptkrystallisatios-Axen krystallisirter Massen wirken, und von den letztereu auch ähnliche entgegen geartete Rückwirkungen erleiden; BIOT a. a. O. 516. In Verbindung mit dem was oben hinsichtlich der Bestimmungs-Zwischenräume entwickelt wurde, erklärt B. die hieher gehörigen Erscheinungen, aus dem Unterschiede, welche die gänzliche und die nur theilweise Rotation der Elementar-

theilchen, hinsichtlich der Fortpflanzung der einzelnen Lichtarten, und der darauf zu verwendenden Zeit hervorbringen. Wir werden weiter unten auf diese Hypothese zurückkommen, deren Durchführung unter andern auch die Frage nach der Gröfse der Lichttheilchen zur Rückerinnerung bringt; wobei wir nur bemerken, dafs Muschenbrök (Instit. phys. II. 431.) aus dem Durchgange des Lichtes durch kleine Oeffnungen folgerte, dafs die einzelnen Lichtstralen die Gröfse von 0,0002 Billiontheilchen eines Menschenhaares nicht übertreffen, und dafs nach Parrot (Grundr. d. th. Phys. II. 103.) den Gesetzen des Trägheitsmomentes gemäfs, in Folge des unmefsbaren Inpulses der Lichttheilchen, deren Gröfse die von $\frac{1}{90}$ Bill. der Luftatome nicht erreichen; vergl. auch oben S. 416.

13) So viel scheint sich schon aus dem Vorhergehenden zu ergeben, dafs nicht nur die verschieden gearteten Durchsichtigen ein ungleiches Reflexions- und Absorptions-Vermögen für das farblose Licht besitzen, sondern, dafs auch eine und dieselbe durchsichtige Substanz jene Vermögen auf ungleiche Weise geltend macht gegen die verschiedenen Farbstralen; wie sich denn fast durchgängig die am meisten brechbaren Stralen, als am wenigsten reflexibel und am leichtesten absorbirbar zeigen. Noch bestimmter treten diese Unterschiede der Rückstralungs- und Bindungsfähigkeit hervor, bei Betrachtung jener Erscheinungen, welche in obigen Beziehungen die Hauptkrystallisationsaxe krystallinischer Körper gewährt.

F) Von der Stralentheilung (Magnetisirung) oder Polarisation des Lichtes.

§. 165.

Vers. LVI. Man lasse einzelne Lichtstralenbündel durch Krystalle fallen, deren Grundform weder ein Würfel, noch ein regelmäfsiges Octaeder ist (z. B. durch einen rhomboidalen Kalkspath) so werden sie beim Durchgange theils gemäfs dem bekannten Decartes'schen Gesetze (S. 447 u. 439 — 440.) gebrochen, theils gemäfs der Lage der Hauptaxe des Krystalls und deren (anziehenden oder abstofsenden) Gegenwirkungen, in Richtungen abgelenkt, welche sie gespaltet (polarisirt) oder in

Form getheilter Stralenbündel aus dem Krystalle heraustreten lassen. Man bemerkt diese Theilung am leichtesten, wenn man einen dünnen undurchsichtigen Körper, z. B. eine Stahlnadel durch einen Krystall von der beschriebenen Art betrachtet (indem der Körper doppelt erscheint) und nennt sie, zum Unterschiede von der gewöhnlichen, einfachen, die doppelte oder ungewöhnliche Stralenbrechung, oder die Stralentheilung oder Lichtpolarisation durch Brechung.

1) Die meisten krystallinischen Substanzen gewähren „Stralentheilung durch Brechung", am auffallendsten aber zeigt sie der erwähnte Kalkspath, der daher auch unter dem Namen Doppelspath (isländischer Kalkspath oder isländ. Krystall) bekannt ist. Das Rhomboëder hat 6 spitze und 2 stumpfe körperliche Winkel. Jeder der spitzen Winkel ist = 78° 27′ 47″; jeder der stumpfen = 101° 32′ 13″. Letztere werden von drei gleichen ebenen und gleich geneigten Winkeln gebildet. Bei den diëdrischen spitzen Winkeln ist die Neigung der Flächen 74° 55′; mithin bei den anderen 105° 5′; gemäfs der von Malus durch die Rückstralung des Lichts veranstalteten (und von Wollaston bestätigten) Messungen der Neigungen. — Zieht man durch die Scheitel der beiden entgegengesetzten stumpfen Winkel eines Krystalls, dessen Seitenflächen sechs gleichseitige Rauten darstellen (also von dem einen stumpfwinklichen Eck zum andern) in Gedanken eine gerade Linie, so heifst diese die Hauptaxe des Krystalls. Ein in Gedanken dergestalt durch den Krystall geführter Schnitt, dafs er den stumpfen Winkel der Seitenflächen halbirt, giebt den Hauptschnitt des Krystalls; d. i. ein Parallelogram, dessen kürzere Diogonale mit der Hauptaxe zusammenfällt. Stralen, welche in Richtung dieser Axe einfallen, gewähren kein doppeltes, sondern nur ein einfaches Bild (und dieses Verhalten setzt zugleich in Stand, die Hauptaxe durch den Versuch zu finden) und jeder Krystall, der Stralentheilung zeigt, besitzt eine solche Hauptaxe, oder Axe der ausserordentlichen Brechung, von welche die stralentheilende Kraft ausgeht. Diese wirkt aber nicht immer (wie beim Kalkspath) zurückstofsend auf das gegen sie gerichtete, einfallende Licht, sondern Biot's Beobachtung zufolge, auch anziehend; Biot theilt daher alle stralentheilenden Krystalle in zwei

Klassen: in Krystalle mit doppelter anziehender Brechung und in Krystalle mit doppelter abstoſsender Brechung (oder in Krystalle mit anziehender und mit abstoſsender Axe). Die Wirkungen der „anziehenden“ Axe faſst B. zusammen unter der Benennung der Quarz-Polarisation; die der „abstoſsenden“ unter jener der Beryll- (oder Kalkspath-) Polarisation.

2) Zwei gleich dicke, unter entgegengesetzter Richtung ihrer Axen übereinander gelegte Doppelspathe, geben ebenfalls nur ein Bild, aber von doppelter Intensität. Ein bis zur hinteren Fläche eindringender Stral wird auch doppelt reflectirt, und gewährt so ebenfalls Vervielfältigung der Bilder; z. B. wenn man das Bild einer stark beleuchteten Nadel auf einen mindestes $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Krystall fallen läſst etc. Legt man einen zweiten (dem ersten an Dicke gleichenden) Doppelspath so über den ersteren, daſs beider Hauptschnitte des Rhomboëders (d. h. die in der Ebene der Axe geführten oder gedachten Schnitte) parallel liegen, so erleiden (Newton's Beob. gemäſs) die im ersten Krystalle getheilten Stralen im zweiten keine neue Theilung, sondern es gehen die Stralen in dem zweiten Krystalle nach dem Gesetz des ersten unverändert fort. Schneiden hingegen die Hauptaxen beider Krystalle einander, rechtwinklig, so erscheinen zwar auch nur zwei Bilder, aber mit dem Unterschiede, daſs der im ersten Krystalle gewöhnlich gebrochene Stral im zweiten Krystalle zum ungewöhnlich gebrochenen, und umgekehrt der im ersten ausserordentlich gebrochene im zweiten zum ordentlich gebrochenen wird. In allen übrigen Lagen beider übereinander gelegter Krystalle, in welchen die Hauptschnitte weder parallel noch einander senkrecht schneidend laufen, wird jeder der beiden Stralenbündel des ersten Krystalls im zweiten Krystalle aufs Neue getheilt, so daſs man neben den zwei gewöhnlich gebrochenen, auch zwei ungewöhnlich gebrochene Stralen erhält — Läſst man durch einen Heliostaten einen Lichtstral in einen Stralentheilung gewährenden Krystall fallen, so kann man beide ausfahrende Stralenbündel deutlich wahrnehmen.

3) Noch gehören hieher folgende Versuche: Man ziehe auf weissem Papier eine schwarze gerade Linie und lege den Doppelspath darauf; so wird man das Bild der Linie einfach sehen, wenn sie der Hauptaxe des Krystall's parallel liegt, hingegen am stärksten getheilt (oder als Doppelbild mit gröſstem Zwischenraum der Bilder), wenn Linie und Axe einander rechtwinklig schneiden. Noch deutlicher beobachtet man dieses, wenn man zwei dergleichen, unter einem rechten Winkel sich begrenzenden Linien mit zwei gleich dicken Krystallen so bedeckt,

dafs die eine der Linien der Axe des unteren Krystalls parallel läuft, und dann den oberen Krystall um seine horizontale Ebene dreht. War nur eine Linie gegeben, und hatte man beide Krystalle mit der Richtung ihrer Axen einander parallel aufgelegt, so werden, wenn man den obern um einen Bogen auf 45° dreht, beide Bilder zum Theil vereint, Theils noch einmal so weit entfernt und drei gleich stark leuchtende Linien-Bilder erzeugt, welche bei weiterer Drehung bis 90° wieder in die mittlere vereint, bei fernerem Drehen um 45 wiederum getrennt werden, so dafs eine Umdrehung durch 360° im Azimuth eine 4 malige Theilung in drei Bildern giebt, von denen sich abwechselnd zwei durch gröfsere und geringere Deutlichkeit unterscheiden; ausserdem aber erhält man eine zweimalige Verdoppelung der Entfernung und eben so oft statt habende Vereinung des Doppelbildes; Muncke in dessen Naturlehre 189. ff. Das zweite Bild wird im Doppelspathe und ähnlichen Krystallen stets von der Hauptaxe gegen den entgegengesetzten spitzen Winkel abgelenckt; es liegt daher, Falls die Ebene durch die Hauptaxe und die ihr gegenüber liegenden spitzen Ecken auf einer beobachteten Linie lothrecht ist, und die Richtung der Axe von oben nach unten geht, scheinbar unter dem unverrückten Hauptbilde; hat hingegen die Axe die entgegengesetzte Richtung, so erscheint es über demselben. Es bleibt ferner, in der bemerkten Lage des Krystalls, das Hauptbild bei allen azimuthalen Umdrehungen des Krystalls unverrückt, während das Nebenbild rechts oder links abweicht, jenachdem die angegebene Richtung der Axe dasselbe nach der einen oder andern Seite hinwirft; hingegen bewegen sich bei jeder andern Lage des Krystalls beide Bilder, während der azimuthalen Umdrehung, bald rechts, bald links, wie man deutlich wahrnimmt, wenn man die auf weifsem Grunde gezogene horizontale Linie durch einen senkrecht aufgefangenen Faden deckt und zugleich durch einen aufgelegten Krystall der Brechung unterwirft; a. a. O. Schleift man jede der beiden stumpfwinkligen Ecken so ab, dafs beide Schleifflächen einander entgegesetzt sind, und die Axe unter einem rechten Winkel schneiden, und betrachtet dann durch beide Flächen einen schwarzen Punkt, welcher der einen der Flächen zur Unterlage dient, indem man das Auge senkrecht über dem Punkt weilen läfst, so erscheint der Punkt einfach (weil die brechenden Flächen auf der Brechungsaxe senkrecht stehen); desgleichen, wenn man den Krystall so schneidet, dafs zwei entgegengesetzte, brechende, der Axe parallel liegende Ebenen entstehen (wegen des bemerkten Parallelismus, dem gemäfs die Lichtstralen mit der Axe einen rechten Winkel bilden). Weilt hingegen in beiden Fällen das Auge nicht senkrecht über dem Punkte, so wird er doppelt erscheinen (weil die

zum Auge gelangenden Stralen mit der Krystallaxe einen **schiefen** Winkel bilden) und es ist im letztern Falle eben so gut, als ob die brechenden Flächen unter einem schiefen Winkel gerichtet wären. Je mehr schief die Richtung des Auges gegen den Punkt ist, um so mehr wird das Nebenbild vom Hauptbilde entfernt erscheinen. Das in den beiden ersten Fällen erblickte einfache Bild findet sich zugleich an dem wahren Orte des Punktes, indem die es erzeugenden Stralen weder eine gewöhnliche noch eine ungewöhnliche Brechung erleiden. Da übrigens der ungewöhnlich gebrochene Stral beim Wiederaustritt aus dem Krystall um eben so viel von seiner Bahn abgelenkt wird, als dieſs beim Eintritt der Fall war, beide Ablenkungen aber nach entgegengesetzten Richtungen erfolgen, so ist der ausgetretene mit dem eintretenden und mithin auch mit dem die gewöhnliche Brechung erleidenden **parallel**. Daſs aber beide Bilder durch Stralen gesehen werden, die sich zuvor im Krystalle kreuzten, erfährt man, Monge's Beob. zufolge, wenn man durch einen dem Auge möglichst nahe gebrachten Doppelspath einen zuvor auf weiſsem Grunde gezeichneten schwarzen Punkt betrachtet, und dann an der unteren Fläche des Krystalls ein undurchsichtiges Blatt von der einen Ecke zur anderen hinbewegt; von den beiden Bildern des Punktes wird nicht das dem Blatte zunächst erscheinende, sondern das demselben entferntere zuerst — vom Blatte bedeckt — verschwinden; bei einem Rhomboëder mit anziehender Axe würde das Gegentheil eintreten.

4) Huygen's — dem wir die wissenschaftliche Nachweisung des Gesetzlichen in den Erscheinungen des Doppelspaths verdanken (Hugenii opera reliqua. T. I. Tractatus de lumine Cap. V.) nachdem Erasmus Bartholinus (Experimenta crystalli Islandici, quibus mira et insolita refracttio detegitur) bereits 1669 darauf hingedeutet und Newton (s. oben S. 510.) die Beobachtungen des Bartholinus erweitert hatte — gab, seiner Vibratioshypothese gemäſs, folgende Erklärung der hieher gehörigen Erscheinungen. Das Licht verbreitet sich im reinen Aether (d. i. in der Leere) in Form sphärischer Schwingungen desselben (S. 499.) nach allen Richtungen mit **gleicher** Geschwindigkeit, mit **abnehmender Geschwindigkeit** hingegen, in jenem Aether, der innerhalb der gewöhnlichen raumerfüllenden brechenden Mittel zugegen ist, weil wegen des Widerstandes der Mittel die Halbmeser jener Schwingungen kleiner werden. In den doppelte Brechung darbietenden Krystallen schwingt aber nicht nur der Aether auf die bemerkte Weise undgewährt so die der gewöhnlichen Brechung zugehörigen sphärischen Schwingungen, sondern auch die Substanz des Kristalls selbst, und indem die Theilchen der letztern nach gewissen Richtungen der Brechung des Aethers mehr Widerstand leisten, als nach anderen, so erzeugen sie in demsel-

ben ellipsoidische (den ungewöhnlich gebrochenen Stral gewährende) Schwiegungen. Die Richtung des gröfsten Widerstandes bestimmt die Lage der kleinen Axe des Ellipsoids (im Doppelspath und in allen Krystallen mit abstofsender Axe ist sie mit der Axe der stumpfen Ecken parallel), deren Wirkung in dem Verhältnifs zunimmt, in welchem der Winkel, den der Lichtstral mit der Axe macht, gröfser wird, und die ihr Maximum erreicht, wenn dieser Winkel ein rechter ist; so dafs also die ungewöhnliche Brechung einem beständigen Verhältnifs des Sinus unterworfen bleibt, und mithin eine Gröfse gewährt, welche (ebenso wie jene der gewöhnlichen Brechung) für jeden einzelnen Fall (für jede Schiefe des einfallanden Strals) bestimmbar ist.

5) Für jede Art der doppelten Brechung ist diese Beständigkeit der Verhältnisse erweifsbar, wenn alle Einfallswinkel für sie denselben Werth geben. Malus, dieses Gesetz auf den Doppelspath anwendend, fand, dafs wenn der Sinus des Einfallswinkels von der lothrechten Linie an gerechnet, durch 1 ausgedrückt wird, es der Sinus der gewöhnlichen Brechung durch 0,6044871 und jener der ungewöhnlichen durch 0,6741717 ist.

6) Wollaston's und Malus genaue Beobachtungen und Berechnungen, bestätigten vollkommen, was Huyghens Gesetze (zu deren Entdeckung H. in Folge seiner Hypothese gelangt war) als nothwendig ausgesprochen hatten. Laplace zeigte darauf, dafs jene von Malus erweiterten Huyghen'schen Gesetze, sammt allen damit zusammenhängenden Erscheinungen (sowohl denen der Brechung als auch denen der Reflexion von der zweiten Fläche im Krystall) sich mittelst des Gesetzes von den kleinsten Wirkungen auf Zurückstofsungen und Anziehungen zurückführen lassen, welche in unmerklick kleinen Fernen gegen und auf das Licht wirken; vergl. Gilbert's Ann. XXXII. 446. desgleichen auch Kramp in den Mém. de la Soc. des sc., agricult. et arts de Strasbourg. Partie des sciences. I. 1811. Mém. 1. u Bernhardi in Gehlen's Journ. IV. 250. — C. H. Pfaff: Ueber die farbigen Säume der Nebenbilder des Doppelspaths etc. in Schweigger's Journ. VI. 177 ff. (Nach Pfaff ist es nur der ungewöhnlich gebrochene Stral des Nebenbildes, welcher farbige Säume und helleres Grau gewährt; vergl. auch dessen: Ueber das doppelte Grau aus welchem das weisse Licht besteht, und die blos negative Wirksamkeit der schwarzen Bilder in optischen Versuchen; Schweigger's Journ. VI. 205 ff.) E. D. v. Münchov Ueber die Versechsfachung der Bilder, welche einige isländische Krystalle zeigen etc. in Gilbert's Ann. XLIV. 24 ff. und ebendas. 316 ff.; vergl. damit Malus Theorie

de la double Refraction de la lumiere, dans les substances cristallises etc. Paris 1810. u. GILBERT's Ann. Jahrg. 1809.

7) LAPLACE das HUYGHEN'sche Gesetz als Thatsache zum Grunde legend, stieg mit Hülfe mathematischer Berechnungen bis zu den Verhältnissen der Geschwindigkeit hinauf, welche durch jenes Gesetz, für beide Arten von Brechungsstralen angezeigt werden; aus seinen Formeln geht hervor, dafs, wenn die Bahn des ungewöhnlich gebrochenen Stral's ausserhalb der Axe liegt, seine Geschwindigkeit vermindert wird, Falls die Axe abstofsend wirkt, hingegen vergrössert, wenn sie sich anziehend verhält; so dafs sie im letzteren Falle die Geschwindigkeit des gewöhnlich gebrochenen Strals an Gröfse übertrifft. Fällt der ungewöhnlich gebrochene Stral mit der Axe zusammen, so ist deren Einflufs gleich 0 und mithin dann die Geschwindigkeit des Strals jener des gewöhnlich gebrochenen gleich, und das absolute Verhältnifs beider Arten von veränderter Geschwindigkeit hängt nicht ab von den natürlichen oder künstlichen Flächen, durch welche die Stralen in den Krystall eindringen, sondern lediglich von den Winkeln, welche sie mit der Hauptaxe einschliefsen; s. oben Bem. 4. In den Krystallen mit abstofsender Axe ist der gewöhnliche Stral, bei gleichem Einfallswinkel, der lothrechten Linie mehr genähert, als der ungewöhnliche; in jenen mit anziehender Axe findet das Gegentheil statt; im ersteren Falle wirkt die Axe gegen das Licht lediglich nur als widerstehende, und vermöge des Widerstandes zurücktreibende Gewalt, d. i. als eine Kraftverhältnifs-Gewalt, die zunächst mit der mechanischen Wirksamkeit der in Wiederausdehnung begriffenen expansiv elastischen Körper verglichen werden dürfte. Folgende aus BIOT's Traité de physique etc. III. 360. entlehnte Tafel, erläutert diese Wirkungen für mehrere Fälle beider Arten von Axenwirkungen:

Namen der brechenden Materien.	Verhältnifs des Sinus des Brechungswinkels zu dem Sinus des Einfallswinkels = 1		Wirkungsart der Axe.	Richtung der Axe.
	ordentliche Br.	ausserordentliche Br.		
Doppelspath	0,604487	0,674172	abstofsend	parallel mit der kleinen Diagonale des ursprünglichen Rhomboids.

Arragonit	0,590620	0,651550	desgleichen	parallel mit d. Richt. der Nadeln (Spitzen).
Apatit	- - - -	- - - -	desgl.	
Beryll	- - - -	- - - -	desgl.	parallel mit den Seiten des Prisma.
Turmalin	- - - -	- - - -	desgl.	parallel mit der Richtung der Nadeln.
Quarz	0,645813	0,641776	anziehend	wie beim Turmalin
Gyps	0,645813	0,641776	desgl.	in der Ebene der Blätter
Schwerspath	0,611530	0,607223	desgl.	parallel mit der kleinen Diagonale der Basis des Prisma.
Topas	- - - -	- - - -	desgl.	Wie beim Quarz.

8) J. E. Silberschlag (Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturknnde, von d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Berlin 1787. 8. VIII. 1 — 16.) suchte das Phänomen der Doppelbrechung des rhomboid. Kalkspaths an die ungleiche Cohärenz der Gestaltungstheile des Spaths zu knüpfen, indem er nachwiefs, dafe dieselbe am stärksten sey, nach der Richtung der grofsen Diagonale, die von einem spitzen Winkel zum anderen gezogen wird. Es erinnern diese Bemerkungen an Daniell's Krystall-Entstaltungsversuche; vergl. m. Syst. d. Chem. S. 66. u. ff.; indefs bemerkt schon Lichtenberg (Erxleben's Naturl. 6te Luft. S. 301.), dafs S. gerade das schwerste bei der Sache nicht einmal berührt habe, desgleichen, dafs es unmöglich scheine, die Erscheinungen durch Schwingungen zu erklären, wie solches selbst Huyghens am Ende seines Tractats gestehe, und Newton in der 28ten Quaestion hinter seiner Optik gezeigt habe. Ueber die von Martin beobachteten (jenen durch Malus und v. Münchow nachgewiesenen Versechsfachungen der Bilder ähnlichen) Phänomene, s. Priestleys Gesch. der Optik übers. von Klügel, S. 398 ff. — Des Abbé Rochon „künstl. Doppelspath"; Gotha'sches Mag. I. 1 B. 184

9) Hauy (Gren's N. Journ. d. Phys. II. 403.) bemerkte zuerst, und Malus bewiefs es späterhin, dafs dem rh. Kalkspathe (und dem Bergkrystall) nicht allein das Vermögen der Doppelbrechung zukomme, sondern in der oben S. 508. bemerkten Allgemeinheit, auch in vielen den Organismen entstammenden krystallinisch Durchsichtigen zugegen sey.

Nach Brewster's hieher gehörigen Bestimmungen bilden nachstehende Durchsichtige, hinsichtlich jenes Vermögens, mit abnehmender Intensität, folgende Reihe: chromsaures Bley, kohlensaures Bley, Zirkon, Pistazit, kohlens. Strontian, Chrysolith, kohlens. Kalk, Topas, Weinsäure, schwefels. Kupfer, schwefels. Kalk und schwefels. Eisen. Bei den meisten dergl. Substanzen, hat die Brechungsaxe eine auf den Flächen des Krystalls senkrechte oder mit ihnen parallele Lage, weshalb denn die durch dergleichen Krystalle betrachteten Gegenstände einfach erscheinen (S. 510.), giebt man ihnen aber durch künstliche Schnitte neue, gegen die Brechungsaxe schief gerichtete Flächen, so zeigen sie die Verdoppelung. — Ueber das Verfahren, welches man anwendet, um (mittelst eines polarisirten Strals) zu erkennen, ob ein Krystall anziehend oder abstoſsend wirke? s. weiter unten. —

10) Statt einer, enthält der Glimmer „zwei„ Polasirungs- oder Hauptaxen, eine in der Ebene der Blätter, die andere lothrecht auf derselben. Beide sind zurückstoſsend, aber von ungleicher Wirkungsstärke. Die der letzteren ist die gröſste, und verhält sich zu der anderen wie 677 zu 100. Man kann den gröſsten Theil ihrer optischen Wirkungen nachahmen, wenn man künstliche Verbindungen polarisirender Kräfte, denen des Glimmers ähnlich macht (z. B. wenn man eine dünne mit der Axe gleichlaufende Scheibe Gyps auf eine auf der Axe senkrechte Platte Bergkrystall legt, wo jedoch beide Axen anziehend wirken; s. oben die Tab. in Bem. 7.), vergl. Biot a. a. O. Nach Brewster u. F. W. Herschel (d. i.) gehören ausser dem Glimmer hieher noch: verschiedene Arten des Topas, Kyanit's nnd des Schwerspath's, ferner Cordier's Dichroite (Werner's Pelioim) der Chrysoberyll, Epidote, Olivin, Sphene, Diallage, Schwefel, schwefels. Strontian, schwefels. Kobalt, Anhydrit, Axinit, Strahlstein, Staurolith, Augit, edle Opal, Serpentin, Asbest, Cymophane, das saure essigsaure, salzs. und salpeters. Kupfer, chromsaure Bley, phosphors. Eisen und das blaue kohlens. Kupfer. — Parallel mit der einen oder der anderen Axe einfallend, erleidet das Licht durch diese Krystalle nur eine einmalige Doppelbrechung; in jeder anderen Richtung wird es hingegen in mehr oder weniger von einander abweichende doppelte Stralenbündel gespalten. Mehrere der genannten Gesteine wirken (Brewster zufolge) schon auf gemeines einfallendes Licht polarisirend, und zeigen dabei Farben, welche auf jene Axe Bezug haben, andere gewähren entgegengesetzten Farbenwechsel nur mittelst einfallenden zuvor schon polarisirten Lichtes; zu den ersteren gehören

unter anderen der Augit und Anhydrit. Brewster in den Transact. philos. Jahrg. 1819. u. Herschel ebend. 1820. Ueber die im letzteren Falle (besonders beim Apophilit) angeblich statt habenden Anomalien in der Aufeinanderfolge der Farben hinsichtlich der Newtonschen Skale; Brewster a. a. O. 1820 Dem letztgenannten Physiker zufolge, besitzen die Krystalle mit doppelter Stralenbrechung zugleich doppelte Farbenzerstreuung; Gilbert's Ann. L. 148 ff.

11) Hinsichtlich des Uebergangs der durch einen Doppelspath bereits getheilten Stralenbündel in einen zweiten Krystall der Art (S. 510.) bemerken wir noch a) dafs (Malus Entdeckung zufolge) keine fernere Theilung der bereits getheilten Stralen im zweiten Krystalle statt findet, wenn der Hauptschnitt (welcher einen der stumpfen, ebenen Winkel des Rhomboëds in zwei gleiche Theile theilt) des berührenden zweiten (dritten etc.) Krystalls dem des ersten Krystalls parallel liegt. Es ist klar, dafs in jedem unzerklüfteten Krystalle die einzelnen aus demsslben schneidungsfähigen kleineren Krystalle die Stelle des zweiten berührenden Krystalls vertreten, und dafs mithin, weil in einem und demselben Krystalle der einmal getrennte Stralenbündel jenseits des Trennungspunktes keine weitere Spaltung erfährt, er sie auch nicht in einen 2ten, 3ten etc. Krystalle (unter obiger Bedingung) erleiden wird. Eine in demselben Krystalle von Punkt zu Punkt fortgehende Spaltung würde eine der (Farben-) Zerstreuung ähnliche Stralentheilung gewähren, die, wie bei der inneren Spiegelung der Durchsichtigen, nicht mehr als solche verfolgbar wäre, weil überall die Stralenkegel der ursprünglich entgegengesetzten Bündel in einander griffen. Indem also einmal getheilte Stralen, wenn sie aufs Neue denselben Bedingungen unterworfen werden, keine weitere Theilung erleiden, beweisen sie dadurch, dafs sie durch die erste Theilung eine Aenderung ihrer Substanz erlitten haben, welche sie fähig macht, der ferneren Theilung zu widerstehen; b) treten die Hauptschnitte beider Krystalle unter rechten Winkeln zusammen, so behauptet zwar jeder Stralenbündel ferner seine Ungetheiltheit, erliegt jedoch der Umkehrung seiner Brechung; der ordentlich gebrochene wird zum ungewöhnlich gebrochenen und umgekehrt; S. 510.; c) bei Lagen hingegen, welche innerhalb dieser beiden Stellungsgrenzen der Krystalle fallen, theilt sich der Stral, er mag gewöhnlich oder ungewöhnlich gebrochen seyn, in zwei Bündel, dort, wo er aus dem ersten Krystall in den zweiten tritt; d) die Intensität jedes dieser Bündel, ist abhängig von dem Winkel der beiden Hauptschnitte; sie wächst und nimmt ab in dem Verhältnifs, in welchem die Bewegung der Hauptschnitte das Bündel

von der Grenze (wo es unter den Bedingungen von a und b verschwinden würde) entfernt, oder es derselben nähert; und e) wird der bis zur hinteren Fläche eingedrungene Stral von derselben reflectirt (S. 505.) so ist es so gut, als ob er von dieser Fläche aus zu einem Krystalle unter denen in c bemerkten Bemerkungen übergienge, und er wird daher bei der Reflexion durch die Kräfte der Axe gerade so getheilt, als dieses bei dem ersten ungetrennten Strale, beim Eintritt in den Krystall, der Fall war. — Aber nicht nur die doppelt brechenden Krystalle, sondern auch spiegelnde Flächen, ertheilten dem Lichte jene merkwürdige Widerstandsleistung gegen weitere Theilung (a) Falls sie so geordnet sind, daſs sie das einfallende Licht in durchzulassende und in zurückgeworfene Stralen zu spalten vermögen.

§. 166.

Vers. LVII. Man lasse einen Lichtstral unter einem Winkel von 52° 45′ auf die spiegelnde Fläche ruhigen Wassers (oder unter einem Winkel von 54° 35′ auf die vordere Oberfläche eines unbelegten Spiegelglases) einfallen, und fange dann den zurückgeworfenen Stral mit einem Doppelspathe auf, dessen Hauptschnitt parallel mit der Reflexionsebene ist, so wird dieser Stral im Krystall nur die gewöhnliche Brechung erleiden; man drehe nun den vor dem Auge gehaltenen Krystall so lange um die Gesichtslinie, bis daſs der Hauptschnitt auf jener Ebene senkrecht steht, so wird der durchgehende Stral im Krystall nur der ungewöhnlichen Brechung folgen; man bringe endlich den Krystall in irgend eine, von den beiden bezeichneten abweichende Lage, und der Stral wird in demselben doppelt gebrochen werden, und sich mithin verhalten, als ob er bereits vor dem Eintritte in den Krystall, durch einen ähnlichen Krystall der Spaltung und der damit verknüpften Abänderung (Bem. 11. a des

vorigen §.) unterworfen worden wäre. Malus, der diese Erscheinung zuerst beobachtete, bezeichnete jene Abänderung (in Folge einer eigenthümlichen Hypothese über die Gestalt der Lichtstralen) durch den Ausdruck Polarisation; da sie aber übereinstimmend ist, mit jener, welche das Licht bei der doppelten Stralenbrechung erfährt (wie Biot durch Versuche mit Prismen von Doppelspath fand; Gilbert's Ann. XXXI. 225.), so nennen wir sie, um beider Entstehungsweisen zu unterscheiden: Polarisation durch Spiegelung oder Spiegelungs-Polarisation.

§. 167.

Wenn ein Stral von einem Durchsichtigen theils durchgelassen, theils gespiegelt wird, und der letztere zurückgeworfene Lichtantheil auf ein zweites Durchsichtiges von ähnlicher Beschaffenheit unter demselben Winkel einfällt, unter welchem er auf das erste einfiel, so sind, Malus Entdeckung zufolge, für das zweite Durchsichtige zwei einander entgegengesetzte Lagen möglich, in welchen der gröſste Theil des auffallenden Lichtes zurückgeworfen wird, und zwei andere auch einander entgegengesetzte, von ersteren um einen Winkel von 90° abweichende, in welchen fast alles einfallende Licht hindurchgeht, oder, Falls das zweite Durchsichtige auf der hinteren Fläche für das Licht undurchdringlich ist (z. B. auf der Rückseite geschwärztes oder mit schwarzem Papier hinterlegtes Spiegelglas) verschwindet, ohne im mindesten gespiegelt zu werden.

1) Daſs Lichtheilchen, welche demselben Strale angehören, wenn sie von gewissen Seiten und unter bestimmten Einfallswinkeln den spiegelnden Gegenflächen dargeboten werden, sich der Spiegelung entziehen, oder, was dasselbe sagen will, eine Minderung ihrer Intensität bis zum 0 derselben erleiden, ist ohnstreitig der wichtigste Theil der Malus'-schen Entdeckung; vergl. Gilberts Ann. XXVIII. 177, XXXI. 286 u. XXXII. 463.

2) Malus dachte sich die einfachen Lichtstralen als viereckige und die einzelnen Lichttheilchen als octaëdrische Körperchen, und nannte die unter einem Winkel aufeinander stehenden, eigenthümlich wirkenden Seiten die Pole des Lichtstrals; a. a. O. XXXVIII. 237. Auch Prevost (in dessen Deux traités de Physique mécanique. Genève 1818. 8. p. 319) leitet die Ursache des leichtern Durchganges (und mithin der bemerkten Intensitätsminderung) des Lichtes von der angeblich eigenthümlichen Gestalt der Lichtheilchen ab. Malus, nach den Ursachen der abwechselnden Rückstralung und Durchlassung forschend, nahm an, daſs die Theile der diese Lichtveränderungen bewirkenden Durchsichtigen, dabei gegen jene angenommenen entgegenstehenden Lichtseiten wirken, auf ähnliche Weise, wie der Magnet gegen die Pole magnetisirter Nadeln, wenn er letztere sämmtlich nach einer Richtung drehen macht, und nannte daher das ganze Phänomen die Polarisation des Lichtes, und Biot sucht im IVten B. seines Traité de Physique exp. zu beweisen, daſs die Wirkung jener Kräfte der Theilchen durchsichtiger spiegelnder Medien darauf hinausgehe, die Lichttheilchen auf mannichfache Weise um ihren Schwerpunkt (Drehpunkt) in Bewegung zu setzen; s. oben S. 507. Findet nach B. die Anordnung der Lichtpole so statt, daſs die Lichtoctaëder nach derselben Richtung gedreht werden, so behalten sie diese Anordnung in der ganzen Ausdehnung des Durchsichtigen bei, und erfahren ferner keine Bewegung mehr um ihren Schwerpunkt; ändern sich hingegen jene Durchsichtigen, so hört ihre Lage auf beständig zu seyn, und sie schwingen nun entweder während der ganzen Zeitdauer, in welcher sie ihre Bahn durchlaufen, um ihren Schwerpunkt hin und her, mit Geschwindigkeit und in Zeitdauern, welche sich der Rechnung unterwerfen lassen, oder sie drehen sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit im Kreise um jenen Punkt. Mayer (Comm. Sec. Scient. Goett. ad ann. 1811 — 1813.) sucht zu zeigen, daſs jedes Theilchen des zum zweiten Male gespiegelten Lichtes, auf seiner Oberfläche ein Paar gegen einander über stehende Punkte — Pole — haben müſse, denen zufolge es, durch den unter dem gehörigen Winkel gegen das einfallende Licht geneigten Spiegel hindurchgeht, wenn es mit einem der Polpunkte, oder in einem nicht

zu grofsen Abstande von demselben, die Spiegelfläche trifft, hingegen schwer durchgeht, oder gar zurückgeworfen wird, Falls es mit seiner zwischen beiden Polarflächen enthaltenen Aequatorialzone auffällt. M. nennt daher Licht, welches sich im Zustande des leichten Durchgehens befindet: polarisch einfallendes, und jenes im Zustande des leichteren Zurückwerfens: äquatorisch einfallendes und vermuthet, dafs der leichtere Durchgang durch eine der Haarröhrchenkraft (Adhäsion) tropfbarer Materien ähnliche Anziehungskraft bedingt werde — Unpolarisirt ist jeder noch nicht in leichter und schwerer durchgehende Stralen getheilter Lichtbündel; polarisirt hingegen jeder Bündel, welcher diese Art von Aenderung erlitten hat.

3) Brewster's Untersuchungen gemäfs, trifft jene Intensitätsminderung oder Lichtabsorption (Bem. 1.) oftmals — mit Newton zu reden — nur einzelne Theile des Weifslichts, oder nur einige Farbstralen, so dafs die übrigen complementairen Farbstralen durchgelassen werden. Es hängt nach B. dieses Verhalten mit der Lage der Krystallaxe zusammen. Bringt man nemlich eine Säule von bläulich grünem Beryll in einen Bündel polarisirten Lichtes, so läſt der Krystall, wenn seine Axe senkrecht auf der Ebene der Polarisirung steht, nur ein schönes blaues Licht, und wenn sie hingegen in dieser Ebene liegt, nur ein grünlich weisses Licht hindurch. Bringt man den Kryrtall drehend aus der einen Lage in die andere, so geht das blaue Licht allmählich in das grünlichweisse über. Ein analoges Verhalten zeigten noch folgende einaxige Krystalle: Zirkon, Saphir, Rubin, Schmaragd, Beryl, Bergkrystall, Amethyst, Turmalin (desgleichen der rothe sibirische, oder sog. Rubellit oder Siberit), Idiocrase (Vesuvian), Honigstein, Apatit, das phosphors. Bley und der Kalkspath. Die Farben, welche sie bei den entgegengesetzten Lagen darbieten, verhalten eich zu einander, wie Ergänzungsfarben; jedoch treten sie selten mit jener Reinheit hervor, wie beim Beryl. So ist z. B. beim Amethyst die Farbe bei der Lage der Axe in der Ebene der primitiven Polarisation blau, bei der auf dieser Ebene senkrechten Axenlage nelkenbraun; beim Kalkspath die erstere orange, die andere gelblichweifs etc. Auch giebt es einzelne Abarten der genannten Gesteine, deren Krystalle nur Bilder von einerlei Farbe geben; z. B. gewisse Rubine, Saphire, Schmaragde etc. (Man mufs daher untersuchen, wie sich die Krystalle in dieser Hinsicht verhalten, damit man sie zum Gebrauche der Juweliere auf die rechte Weise schneiden zu lassen vermag). Einige Krystalle, z. B. die des Saphir und des Vesuvian, gewähren zweierlei Farben mit gemeinem Lichte, jenachdem dasselbe entweder pa-

rallel ihrer Polarisationsaxe, oder senkrecht auf dieselbe einfällt (vergl. §. 165. Bem. 10.); zuerst bemerkte man dergleichen an dem Jolith, den Hauy deshalb Dichroite nannte. Auch der Bernstein erzeugt durch polarisirtes Licht Streifen complementairer Farben. In zweiaxigen Krystallen (S. 516.) divergiren die beiden Farben, welche der gewöhnliche und der ungewöhnliche Stralenbündel zeigt, rechtwinklig von den resultirenden Axen des Krystalls. Mehrfach übereinander gelegte Glasblättchen, gewähren ähnliche Erscheinungen. Erhitzung gab einem brasilianischen Topase dieselbe, ihm im unerhitzten Zustande mangelnde Eigenschaft; Gilbert's Ann. Jahrg. 1820.

4) Bérard's Versuchen zufolge, polarisiren alle Farbstralen des Spectrums, und selbst die sogenannte über dem Roth hinaus gegebene dunkle Wärme, durch Spiegelung unter demselben Winkel; die Wärmeintensität der Stralen nimmt dabei in demselben Maafse ab, wie die Lichtintensität, und B. folgert daraus, dafs im stralenden Lichte und in der stralenden Wärme ein und dasselbe Princip gegeben sey, (was, mit anderen Worten heifst: Strallicht und Stralwärme verdanken ihre Stralbarkeit einer und derselben Kraft; dieses zugegeben, folgt daraus noch keinesweges die durchgängige Identität beider Potenzen). Erman, ähnliche Versuche mit einem für die Wärmestralen besonders eingerichteten Apparate anstellend (Abh. der phys. Klasse der K. Pr. Akad. d. Wiss. a. d. J. 1818 — 1819. Berlin 1820. 4. S. 406.) fand, dafs die polarisirten Stralen, sowohl des Lichtes als der Wärme, viel weniger reflexibel sind, als die unpolarisirten, dafs aber kein correspondirender Unterschied stattfindet, in Hinsicht auf das Vermögen, die Stralen empfangenden Fläche zu erwärmen, so dafs diese gleiche Incremente der Wärme bekommt, sie mag die unpolarisirten Stralen sehr kräftig, oder die polarisirten sehr unvollkommen reflectiren; die Incremente der Erwärmung sind also keineswegs denen der Reflexion umgekehrt proportional. Es scheint, nach E., hieraus zu folgen, dafs für die Wärmethätgkeit eine andere Heterogenität obwalten müsse, als die blos quantitative der gröfseren oder geringeren Menge der absorbirten Stralen. (Eine Glasfläche reflectirt E's. Vers. zufolge allerdings viel weniger Wärme, wenn sie, statt unpolarisirten, polarisirte Stralen empfängt, demohngeachtet machen aber die polarisirten Stralen diese Glasfläche nicht mehr warm, als die unpolarisirten.

5) Wie schon der vorhergehende § zeigte, ist bei den verschiedenen Durchsichtigen der Polarisatioswinkel ebenfalls verschieden, indem er durch das Brechungsvermögen, sowohl des umgebenden Mittels, als auch des polarisirenden Durchsichtigen bestimmt wird; so be-

trägt z. B. der Polarisationswinkel für mit Luft umgebenen Schwerspath, 32° und für Demant, bei gleicher Umgebung, nur 20°; wenn er für polirtes Glas 35° 25′ betrug; und ist letzteres statt von Luft von Terpentinöl umflossen (dessen Brechungsvermögen fast genau mit dem des Glases übereinkommt), so wird der Winkel einer vollständigen Polarisation, sich sehr wenig von 45° entfernen. Brewster's Bemerk. gemäfs (Phil. transact. 1818. 1.) macht der Polarisationswinkel mit dem gebrochenen Lichtstral genau, oder fast genau, einen rechten Winkel; d. h. es steht der reflectirte Stral senkrecht auf den gebrochenen.

§. 168.

Vers. LVIII. Man fange in einem verfinsterten Zimmer durch eine passende Oeffnung einen (nicht zu grell leuchtenden) Sonnenstral mit einem unbelegten ebenen Spiegelglase so auf, dafs der in der Richtung des Meridians einfallende, mit dem Horizonte einen Winkel von 19° 10′ machende Stral, in Folge der dem Glase ertheilten Neigung vertical und mithin sein Einfalls- und Reflexionswinkel = 35° 25′ ist, so wird nur ein Theil des Lichts reflectirt werden, ein anderer Antheil hingegen durch das unbelegte Glas (unter einem rechten Winkel auf die Richtung der Seiten des reflectirten Strals) als polarisirter Stral hindurch gehen, und der noch übrige Antheil vom Glase absorbirt werden und gänzlich verschwinden. — Belegt man das Glas auf der Rückseite mit schwarzem Papier, so wird auch der im vorigen Falle polarisirte Antheil zum Verschwinden gebracht. Man stelle nun diesem ersten Glase unten gegenüber und demselben parallel ein zweites Glas, von gleicher Beschaffenheit; es wird den ihm vertical zugeworfenen Stral (den Gesetzen der gewöhnlichen Reflexion gemäfs) so zurückwerfen,

dafs er wiederum mit dem zum ersten Glase gelangenden Strale parallel ist. Hierauf beginne man das zweite untere Glas, aus der parallelen Lage mit dem ersten, durch Drehen um den verticalen Lichtstral, zu bringen, jedoch ohne seine Neigung gegen den Lichtstral zu ändern; sogleich wird der vom zweiten Glase reflectirte Stral an Intensität verlieren. Bei einer Achtelumdrehung (= 45°) wird die Intensität dieses reflectirten Strals halb so grofs seyn, als sie vor dieser zweiten Reflexion war, und hat das zweite Glas eine Viertelsumdrehung (= 90°) erlitten, so wird sie fast = 0 seyn, und sie würde wirklich bis zum 0 verschwinden, wenn der Lichtstral nicht eine gewisse räumliche Gröfse hätte, der zufolge nicht alle ihm zugehörigen Theile den geforderten Einfallswinkel machen. Fährt man nun zu drehen fort, so nimmt die Intensität des reflectirten Strals wieder genau so zu, als sie zuvor vermindert worden war, erreicht bei 180° wiederum ihre ursprüngliche Stärke, und verliehrt sie dann aufs Neue, bis sie bei 270° Umdrehung abermals = 0 ist; so dafs bei der vollständigen Umdrehung des zweiten Glases, die Intensität des von demselben gespiegelten Lichtes zwei (den Azimuths 0 und 180° entsprechende) Maxima und zwei (mit den Azimuths 90° und 270° übereinkommende) Minima hat, denen zufolge es in den ersteren völlig reflectirt und in den letzteren völlig, theils absorbirt, theils durchgelassen wird.

1) Bei unbelegtem polirten französischem Spiegelglase finden nur bei einem Einfalls- und Rückwerfungswinkel von 35° 25′ obige Inten-

sitätswechsel mit der angegebenen Vollständigkeit statt; bricht hingegen das Glas das Licht stärker oder weniger stark als das angegebene, so wird der Winkel der Polarisation, von der gemeinschaftlichen Fläche an gerechnet, kleiner oder gröfser als 45° seyn; vergl. den vorigen §. Bem. 5. Aendert man die Neigung des zweiten Glases, so ist die Intensität des zurückgeworfenen Lichtes in keinem Azimuth mehr $=0$, jedoch bei 90° und 270° Umdrehung die schwächste. Aendert man hingegen nur den Einfallswinkel, unter dem der Stral auf das erste Glas fällt, so wird der Stral, bei 90° und 270° Umdrehnng des zweiten Glases ebenfalls nicht gänzlich hindurchgelassen, oder, Falls es auf der Rückseite undurchsichtig war, nicht vollkommen absorbirt.

2) Polirte Scheiben aller Art, z. B. geglättetes schwarzes oder weisses Papier und die meisten das Licht nur zum geringeren Theil reflectirenden Körperflächen, daher denn auch sämmtliche der Politur fähige, oder glatte und ebene Oberflächen darbietende Durchsichtige, vermögen das Glas im obigen Versuche zu vertreten; so fern nur die beiden Ebenen, der nach einander erfolgenden Rückstralungen stets rechtwinklig bleiben. Gehämmerte Metalle gewähren wellenförmige, gewalzte oder besser geschliffene regelmäfsige Bilder, und, indem sie mehr als die übrigen Spiegelnden zugleich Licht von der durchsichtigen äussersten Oberfläche und aus tieferen Lagen ihrer Substanz zurückwerfen (S. 424, 435, 477), merkwürdige, weiter unten anzuzeigende Abweichungen. Den metallenen Spiegeln stehen in obiger Hinsicht die gewöhnlichen mit Zinnamalgam hinterlegten Spiegel nach.

3) Läfst man das Licht, bevor es zum ersten Glase kommt, statt durch Luft, durch eine dünne Glastafel fallen, so dafs der Stral sich senkrecht gegen das Glas bewegt, so bringt es (abgeehen von der geringen, von Seiten des Zwischenglases erlittenen Verschluckung) auf das erste und zweite Glas dieselben Erscheinungen als das nur durch Luft gegangene Licht hervor. Läfst man den schon polarisirten Stral lothrecht durch durchsichtige, doppelte Brechung nicht erzeugende Substanzen gehen, so behält er seine Polarisirung in der Regel unverändert bei; und es gilt dieses selbst von sehr dicken Lagen der Luft, des Wassers etc. Platten von Bergkrystall, mit Terpentinöl, Zitronenöl, wäfsrige Zuckerlösung, Kampfer-Auflösung etc. stören hingegen die Polarisation, oder ändern sie vielmehr sehr merklich ab, nach Biot, indem sie die Axen der Polarisation der Lichttheilchen nicht in Schwingung, sondern in eine stetige Umdrehung um die Axe versetzen, welche hinsichtlich ihrer Richtung (oder der Seite, nach welcher sie statt hat) bei mehreren dergleichen Substanzen

(z. B. bei Zucker- und Kampferlösung) nicht selten ganz entgegengesetzt statt hat.

4) Biot, Mayer (a. a. O.) u. A. haben Maschinen erfunden, mittelst welcher sich die Polarisationsversuche bequem anstellen lassen; vergl. auch Schulze-Montanus in Gilbert's Ann. XLI. 427. Eine der vorzüglichsten ist diejenige, welche nach Schweigger's Angabe in München verfertigt wird. Erläuterung der Einrichtung dieser und ähnlicher Vorrichtungen an den Polarisationsmaschinen selbst.

5) Um fremdartiges reflectirtes Licht der Umgebungen von der Mitwirkung abzuhalten, schwärzt man die Hinterfläche des ersten Glases, und stellt aus gleichem Grunde hinter das zweite Glas, auf der dem rückzuwerfenden Lichte entgegen gesetzten Seite, einen schrägen Schirm, oder schwärzt die Hinterfläche desselben. Statt des Sonnenlichts wendet man auch das Licht einer Flamme an; bei Benutzung des Tageslichts, läfst man das von dem ersten Glase reflectirte Licht zweckmässig durch die Röhre eines Fernrohrs gehen, in dessen Innerem man einige Blendungen mit sehr enger Oeffnung angebracht hat. Sieht man dann in die Röhre, während das erste Glas gegen eine weisse Wolke gerichtet ist, so erblickt man einen vollkommen weissen Raum, auf den man alle Versuche anstellen kann. In Fällen, wo man verschiedene Farbenabstufungen beobachten will, ist eine vollkommene Weisse des reflectirten Lichts durchaus nothwendig. — Nur jener Theil des Lichtes, welcher von dem ersten Glase regelmässig reflectirt wurde (S. 503.), erfährt die Polarisation; man mufs daher durch Mässigung der Lebhaftigkeit des einfallenden Lichtes, den der verworrenen Reflexion unterliegenden Lichtantheil möglichst mindern.

6) Biot unterscheidet, Behufs leichterer Verdeutlichung der Vorgänge, die Axe der Polarisation von jener der fortschreitenden Bewegung des Lichtstrals, und fafst alle bisher beschriebenen, hieher gehörigen Ergebnisse, unter folgendem allg. Ausdrucke zusammen: Wird ein Lichtstral, von einer polirten Fläche unter einem Winkel zurück geworfen, welcher die vollständige Polarisation bewirkt, so liegt die Polarisirung aller zurückgeworfenen Theilchen in der Zurückwerfungsebene, und senkrecht auf der wirklichen Axe der fortschreitenden Bewegung dieser Theilchen.

7) Die Polarisationsaxe der den gewöhnlich gebrochenen Stral des Doppelspaths (S. 509.) bildenden Lichttheichen, liegt in einer durch die Axe der fortschreitenden Bewegung desselben

Strals, und durch eine mit der Axe des Krystalles gleichlaufende gerade Linie gelegten Ebene (die Ebene der Polarisation genannt); jene der Lichttheilchen des ungewöhnlichen Strals steht hingegen auf der Ebene senkrecht, welche auf ähnliche Weise durch die Axe der fortschreitenden Bewegung dieses Strals, und durch eine der Axe des Krystalles parallele Linie gelegt wurde. — Bringt man (nach Malus; Gilbert's Annal. XXXI. 283 f.) den Hauptschnitt eines Doppelspaths in die senkrechte Einfallsebene eines Lichtstrals, und läfst diesen durch den Krystall so hindurch gehen, dafs die beiden Stralen, in die er im Krystall gespalten wurde, auf eine ebene Wasserfläche genau unter einem Winkel von 52°45′ einfallen, so wird ein Theil des gewöhnlich gebrochenen Strals gespiegelt, während der ungewöhnliche Stral gänzlich in das Wasser eindringt. Stellt man hierauf den Krystall so, dafs der Hauptschnitt senkrecht auf der Einfallsebene ist, so wird ein Theil des ungewöhnlich gebrochenen Strals zurückgeworfen, von dem gewöhnlichen Strale hingegen nicht das Mindeste.

8) Schon Newton vermuthete der Polarisation des Lichtes ähnelnde Eigenschaften aus dem Nichtfortschreiten der Spaltung, der aus einem Doppelspath in den anderen übergehenden Stralen (S. 510.) Haben daher nicht die Lichtstralen verschiedene Seiten (fragt Newton; Opt. Lib. III. Quaestio XXV. sqq.) die mit unterschiedenen eigenthümlichen Eigenschaften versehen sind? — Und weiterhin folgert er: Es hat also jeder Stral gleichsam 4 Seiten, von denen nur 2, und zwar entgegengesetzte, es bewirken, dafs der Stral ungewöhnlich gebrochen wird, sobald eine dieser Seiten der Gegend der ungewöhnlichen Brechung im Krystall zugewendet ist etc.

9) Ausser der doppelten Brechung und Spiegelung entdeckten Malus und Biot (die Beschreibungen der Vers. beider Physiker wurden am 11. März 1811 im dem franz. Nat. Instit. vorgelesen, und wenige Tage nachher im Moniteur bekannt gemacht) in dünnen, nur durch Luftzwischenräume von einander gesonderten, parallel neben- oder auf einander geschichteten Durchsichtigen, z. B. in Glastafeln, noch ein drittes Mittel, denselben schief einfallenden Lichtstralbündel in wenige gespiegelte, und viele hindurchgelassene Stralen zu sondern, von denen die letzteren sich denen durch einen Doppelspath polarisirten, vollkommen ähnlich verhalten (vergl. Rochon's künstl. Doppelspath; S. 515.) Es beginnt diese Art der Polarisirung, so wie der Einfall des Lichtes aufhört lothrecht zu seyn, und nimmt zu, mit der Schiefe des Strals. Die Menge der er-

forderlichen Glastafeln hängt von der Intensität des einfallenden Lichtes ab; 10 derselben reichen hin, das Licht der untergehenden und zwei Goldblättchen um das der Sonne von jeder Höhe vollständig zu polarisiren. Auch flüssige Schichten, z. B. durch im Innern ausgeschnittene und in Seifenwasser getauchte Kartenblätter, gewähren dieselben Erscheinungen. Fängt man z. B. Kerzenlicht mit einer beträchtlichen Schichtenmenge z. B. mit 50 Glasplatten auf, so findet man, dafs das Licht am Tiefsten eindringt, unter einem Winkel von 35°25′ (mit der Oberfläche des Glases). Ueber diese Grenze hinaus, nimmt die Intensität wieder ab, und, wie es scheint schneller, als sie anfänglich zunahm. Ist einmal die gröfste Intensität erreicht, so behält der Stral sie bei, wenn man nun auch die ferner zu durchstralenden Tafeln verdoppelt oder verdreifacht, ohne durch dieselben weiterhin reflectirt zu werden. Selbst wenn man die Anzahl der über einander gelegten Tafeln hinreichend vermehrt, so giebt es vier rechtwinklige Lagen des Kalkspath-Rhomboëders, in denen der Stral sich nicht theilt, und sich verhält, als ob er nach einer Richtung polarisirt worden wäre. Ueber Mayer's hieher gehörige Vers. comment. de pol. lum. a. a. O.

10) Aehnliche Erscheinungen gewähren auch blättrige Krystalle, und selbst solche, deren Blätter sehr dicht an einander liegen; z. B. die des kryst. Gypses (Frauenеises) und unregelmässig krystallinische Massen, z. B. der Agat, wie Brewster zuerst beobachtete. Biot folgert aus mehreren hieher gehörigen Versuchen, dafs im Agat (desgleichen im Turmalin) zwei Arten polarisirender Kräfte unterschieden werden müssen, deren eine er von der Art der Krystallisirung der Einzeltheilchen, und deren anderer von der Anordnung und Heteroginität der (Quarz) Schichten, aus denen der Agat gebildet ist, ableitet. Benutzung der Turmalinplatten, um zu bestimmen, a) nach welcher Richtung der Stral polarisirt wird, und b) von welcher Art die Axe in den doppeltbrechenden Krystallen, ob sie abstossend oder anziehend ist; Biot a. a. O. und oben S.517 ff.

§. 169.

Biot unterscheidet beständigte (fixe oder bleibende) und bewegliche Polarisation; die erstere ist in den bisher beschriebenen Erscheinungen (mit Ausnahme der abändernden Wirkung des Bergkrystalls und einiger Flüssigkeiten; vergl.

S. 525. Bem. 3.) gegeben, die letztere findet überall Statt, wo der in Durchsichtige eindringende Stral, in denselben noch nicht zu jener Tiefe gelangt ist, in welcher die Gegenwirkungen der ziehenden oder abstoſsenden Theilchen des Durchsichtigen schon eine bleibende Polarisirung bewirkt haben. Vorzüglich gehören hieher diejenigen Stralen, welche in Durchsichtige eindringen, die doppelte Brechung zu veranlassen vermögen. Je geringer die anziehenden oder abstoſsenden Wirkungen der Hauptaxen jener Durchsichtigen sind, um so tiefer kann der Stral eindringen, bevor seine Polarisation beständigt wird. Bis dahin ist die Polarisation des Strals, obgleich regelmäſsig, doch nicht fixirt. Die Lichttheilchen wenden, im Verhältniſs ihres Tiefereindringens, abwechselnd ihre Axen, wie es scheint, von einer zur anderen Seite der bestimmenden Ebene schwingend.

1) Der im nächsten §. zu beschreibende Versuch Arago's, über das Verhalten dünner Scheibchen des Glimmers und des Kalkspaths zum bereits polarisirten Strale, führte Biot zur Entdeckung der beweglichen Polarisation, deren Gesetze B. durch Benutzung seiner Polarisationsmaschine aufzufinden sich bemühte. Fresnel's Versuchen zufolge, ändert nicht bloſs die Dicke, sondern auch die Temperatur die hieher gehörigen Farbenerscheinungen im Fraueneis; wie dieses unter andern im heissen Wasser erwärmte Blättchen zeigen; Jour. de phys. 1817. 299.

2) Biot leitet aus seinen Versuchen folgende Gesetze der beweglichen Polarisation ab; a) Wenn ein einfacher beständigt polarisirter Lichtstral, durch ein Krystallinisches mit der Axe der Doppelbrechung gleichlaufendes (also von den Wirkungen der doppelten Brechung unabhängiges) Blättchen senkrecht hindurchgeht, so dringen die Lichttheilchen anfänglich bis zu einer gewissen Tiefe ein, ohne ihre ursprüngliche Polarisation aufzugeben, fangen dann aber jenseits dieser (durch

é zu bezeichnender) Fundamental-Tiefe oder Dicke (also wenn sie den Raum von o bis é durchlaufen haben) an, während sie fortzustralen nicht aufhören, sich um die Axe ihrer Bahn zu bewegen, dergestalt, dafs ihre Polarisations-Axe abwechselnd von einer Seite der Axe des Krystalls zur anderen in gleichen Bogen pendelartig schwingt. Jede dieser Schwingungen erfolgt bei einer Dicke von 2 é, d. i. bei der doppelten Fundamentaldicke; b) in demselben Krystalle sind die Werthe von é für die verschiedenen Arten der Lichttheilchen verschieden, und stehen mit den Längen ihrer Neigungen des leichten Hindurchgehens und der leichten Zurückwerfung im Verhältnisse. Die Grenzen der Schwingungen sind für alle in derselben Richtung bewegte Theilchen abhängig von der ursprünglich gemeinschaftlichen Richtung ihrer Polarisationsaxen; c) die Schwingung endet, wenn die Lichttheilchen an der zweiten Fläche des Blättchens angelangt, in ein anderes umgebendes Mittel treten, dem die Doppelbrechung abgeht. Untersucht man den ausfahrenden Stral, z. B. mittelst eines Doppelspath-Prisma (oder überhaupt mittelst einer die beständigte Polarisation erzeugenden Verrichtung), so bewegen sich die Lichttheilchen genau in der ihnen im Austreten zuletzt gewordenen (durch den Austritt unterbrochenen oder bei demselben gerade beendeten) Stralungsrichtung.

§. 170.

Setzt man, Arago's Beobachtung gemäfs, dünne Blättchen des Glimmer-Kalkspaths, oder nach Biot, am besten des Fraueneises, einem polarisirten Lichtstrale aus, und betrachtet das dadurch erzeugte Bild durch ein Prisma von Doppelspath, so theilt es sich, in Folge der beweglichen Polarisation, in zwei, verschiedentlich gefärbte Stralenbündel, deren zuweilen regelmäfsige, zuweilen unregelmäfsige Farbenabstufungen, sich sowohl mit der Dicke der Blättchen, als auch mit deren Lage in Beziehung auf die Axen der durchgehenden Lichttheilchen verändern. Schwächer sind diese Erscheinungen bei dünnen Platten von Bergkrystall, und von Flintglas; Minderungen der Farbenintensität, welche bei ersterem

von der Richtung des Schnittes, bei letzterem von der unvollkommen begonnenen Krystallisation abhängig sind. Vergl. auch Seebeck in Schweigger's Journ. VII. 261. und Biot in Gilbert's Ann. XLVI. 16 ff.

1) Die Lage der Doppelbrechungsaxe des Fraueneises (blättrigen schwefels. Kalks oder blättrigen Gypses) in der Ebene seiner Blätter, ist für die Regelmäfsigkeit der Erscheinungen ein sehr günstiger Umstand. Jedes dieser Blättchen, und hätte es nur die Dicke eines Millimeters, ist in Beziehung auf jene Axe ein eben so vollkommener Krystall, als jedes krystallnische Ganze derselben Art. Auch lassen sich dergleichen ganze Krystalle, Falls sie nur regelmäfsig waren, leicht — ohne Verlust der erforderlichen Regelmäfsigkeit — mittelst einer Lancette sehr weit und sehr leicht entblättern. Die Grenze der Dicke, bei welcher die Farbenabstufungen aufhören, bestimmt Biot bei reinsten Stückchen französ. Fraueneises auf $\frac{45}{100}$ Millimeter.

2) Bringt man hiernach ein dünnes Gypsblättchen auf den Ring der Biot'schen Polarisations-Maschine mit zwei Glastafeln, bietet es dann einem weissen, lothrechten, in der Richtung des Meridians polarisirten Strale dar (wo dann die Zurückwerfungsebene in die von Osten nach Westen gehende Verticalebene gerichtet werden mufs), so dafs derselbe unter einem rechten Winkel einfällt, so wird dafs z. B. senkrecht von weissem Papier aufgefangene Licht noch weifs erscheinen; läfst man aber den Stral, ohne ihn aufzufangen, zur zweiten Glastafel gelangen (die es zuvor gänzlich durchliefs), so wird ein gewisser Antheil desselben mit einer eigenthümlichen Farbenabstufung (Arago's Entdeckung gemäfs) zurüchgeworfen.

3) Da hiebei jedes dünne, gleichförmige Blättchen die zweite Glastafel in allen Azimuths nur mit einer Farbenabstufung färbt, so folgt, dafs alle Stralen, welche die Ergänzungsfarben von dieser Abstufung ausmachen, frei hindurch gehen, oder doch ihre ursprüngliche Polarisation nicht verändern. Man kann mithin das ganze Licht als aus zwei Gegenfarbstralen bestehend betrachten, von denen die einen, frei hindurchgehenden, in Bezug auf die Ebene des Meridians polarisirt bleiben, während die anderen, auf welche das Blättchen abändernd gewirkt hatte, von demselben eine neue, ihrer Richtung nach zu bestimmende Polarisation erhalten. Ueber das Verfahren diese neue Richtung zu bestimmen; Biot Traité IV. 418 ff.

4) In den reinsten Gypsblättchen, betrug jene Dicke, welche der ursprünglichen Polarisation das Blau der zweiten Folge (S. 494.) entzog $36\frac{1}{2}$ Theile des Biot'schen Sphärometers, das auf Tausendtheile des Millimeters zurückgeführt 82,44036 giebt. Newton's Tabelle (a. a. O.) zufolge ist aber die Dicke der Glasblättchen, bei welcher das erwähnte Blau in Folge der gewöhnlichen Brechung gespiegelt wird, durch 9 ausgedrückt. Um daher auf diesen Maafsstab jede andere Dicke der Gypsblättchen zurückzuführen, mufs man sie mit dem Verhältnifs beider entsprechenden Bestimmungen, als o durch $\frac{9}{82,44036} = 0,10917$ vervielfältigen; und geschieht diefs, so findet sich, dafs diejenige Farbenabstufung, welche Newton's Tabelle für die gegebene Dicke bestimmt, genau übereinstimmt mit jener, welche die Dicke, bei senkrechtem Einfall, der ursprünglichen Polarisation entzieht.

5) Nach Biot scheint der absolute Werth der Dicken für ähnliche Farbenabstufungen, im umgekehrten Verhältnifs zu stehen: mit der Veränderung, welche die anziehende oder abstofsende Kraft jedes doppelt brechenden Krystalls in dem Quadrate der Geschwindigkeit eines gebrochenen, ähnlich gelegenen Strales erzeugt; B. a. a. O. Beim Gyps und Bergkrystall sind für dieselbe Farbenstufe die erforderlichen Dicken gleich, und mithin sind es auch jene Aenderungen des Quadrats der Geschwindigkeit für beide Gesteine. Malus Vers. zufolge ist letztere im Doppelspath ungefähr 18 mal so stark; weshalb ein Doppelspathblättchen, welches dieselbe Farbenstufe gewähren soll (bei gleicher Richtung des Schnitts), 18 mal dünner als das zu dieser Farbe erforderliche Gypsblättchen seyn mufs. Biot's Berechungen zufolge, entspricht

der Anfang des Schwarz in Newtons Tabelle	derjenigen Blättchen-Dicke, bei welcher die bewegliche Polarisation noch nicht statt findet	= 0,011777 Millimeter
das Weifs der ersten Folge	der Dicke von	0,31144 Millimeter
das aus einer Ueberdeckung der Farben verschiedener Ringe entspringende Weifs	— — — —	0,45493 Millimeter.

Während hiernach ein Blättchen von einer Dicke = 0,031144 Millimeter, in der geeigneten Lage nach einer Richtung alle oder fast alle Theile eines durchgehenden polarisirten Lichtstrals ferner zu polarisiren vermag, äussert ein Blättchen von derselben Substanz, welches das erstere an Dicke um etwas übertrifft, unter gleichen Bedingungen, seine polarisirende Wirkung nur auf gewisse Arten der farbigen Lichttheilchen Eines Theils beweifst dieses den Zusammenhang zwischen der Ursache der ungewöhnlichen Brechung und jener der gefärbten Ringe; anderen Theils deutet es auf die in den Farbstralen entwickelte Gegenziehung hin, die nur bei einem gewissen Maafs von (gegen das die Farben erzeugende Weifslicht gerichteter) Anziehung der Durchsichtigen zu Stande kommt; oben S. 486 — 488.

6) Blätter, welche nicht gleichlaufend mit der Axe entnommen, sondern in jeder anderen Richtung geschnitten wurden, haben ähnliche nur erweiterte Grenzen ihrer Polarisirungs-Wirkungen; Erweiterungen, welche im Verhältnifs der Schiefe gegen die Axe der Krystallisation, die Anziehungen oder Abstofsungen dieser Axe schwächen.

7) Die Weite der Schwingungen (s. d. vorig. §. Bem. 3.) ist Biot zufolge, in derselben Richtung für alle Lichttheilchen dieselbe, nemlich gleich dem Doppelten des Winkels, den die Axe des Blättchens, oder die lothrechte Linie, mit der ursprünglichen Richtung der Polarisation macht. Als Beweifs für diese Gleichheit der Schwingungsweite gilt jenes (Bem. 3. dies. §.) nachgewiesene Beharren derselben Farbenstufe in allen Azimuths, welches nicht statt finden könnte, wenn die verschiedenen Farbstralen (welche nach Newton das Weifslicht bilden) nach verschiedenen Richtungen polarisirt worden wären; ein Beharren, welches Bérard's Beob. (S. 522.) bestätigt. Die Zeiten der Schwingungen sind aber in allen diesen Fällen auch gleich, weil die Schwingungsdauer die Natur oder Art der Farbenstufen bestimmt und die Farbenstufe dieselbe bleibt. Es oscilliren aber, nach Biot, gleich der Unruh einer Uhr, die z. B. in ein der Hauptaxe parallel geschnittenes Talkblättchen senkrecht eingedrungenen Lichtstralen ungleich geschwind, ohngeachtet ihre Schwingungsausdehnungen einander gleich sind, und es oscilliren dann die violetten schneller als die blauen, diese schneller als die grünen und sofort zu den rothen, welche von allen Farbstralen am langsamsten schwingen; daher eilen, nach Biot's Ansicht, die violetten Stralen der dünnen Blättchen, als die brechbarsten den übrigen Farbstralen voran, entziehen sich dadurch der ursprünglichen Polarisation und beginnen eine zweite Schwingung, welche sie zu der ursprünglichen Polarisation zurückführt,

während die blauen, orangen und rothen Stralen ihre erste Schwingung noch nicht beendet haben. Gilberts Ann. XLVI. 16 — 17. Besteht aber die Schwingungsdauer unabhängig von der Schwingungsweite, so wird die Wirkung der Kraft, welche die Schwingungen erzeugt, in jedem Zeitmomente dem Bogen proportional seyn, welchen die Lichttheilchen beschreiben müssen, um zur Mitte ihrer Schwingung (d. i. zur wirkenden Axe oder lothrechten Linie) zu gelangen; Biot a. a. O. Ueber die durch den Bergkrystall etc. bewirkten Drehungen des Lichtstrals; oben S. 525. — Biot fügt a. a. O. hinzu: Ich messe die Ausdehnung dieser Schwingungen, ihre Dauer und Geschwindigkeit, und bestimme das Gesetz der Kraft, durch die sie hervorgebracht werden. Ich kann sie durch eine schickliche Einrichtung erweitern oder verengen, beschleunigen oder verlangsamen, ja ganz aufheben, oder sie auch im entgegengesetzten Sinne vor sich gehen machen, und doch wird jede solcher Schwingungen in der Zeit vollendet, in welcher das Lichttheilchen die Dicke von ungefähr $\frac{1}{100}$ Linie durchläuft; welches nicht wenig überraschen muſs, wenn man bemerkt, wie äusserst klein das Zeittheilchen ist, in welchem das Licht, das in einer Secunde 40,000 geograph. Meilen durchläuft, jenen kleinen Raum zurücklegt; ein Zeittheilchen welches = $\frac{1}{14}$ Billionth einer Secunde ist.

§. 171.

Vers. LIX. Man drehe dünne, durchsichtige, sehr reinen und vollkommen Krystallinischen entstammende, parallel der Krystallisationsaxe geschnittene Blättchen (und somit diese Axe selbst) um einen bereits mit Hülfe der Polarisationsmaschine polarisirten senkrecht einfallenden Lichtstral, so bietet dieser, während der fortschreitenden Drehung (von 45° zu 45°) einen vierfachen Wechsel seiner Intensität dar, welcher vorzüglich bei reinen Glasblättchen von glänzenden Gegenfarben begleitet ist. Hat man die Drehung bis zu 90° und weiterhin bis zu 270° fortgesetzt, so erscheinen die Ergänzungsfarben der bei 0 und bei 180° gegebenen ursprünglichen Gegenfarben, während bei 45° Entfernung von

diesen Winkeln alle Farbe verschwindet; so dafs die ersteren mit den Winkeln der geringsten, und die letzteren mit denen der gröfsten Weifslicht-Intensität zusammenfallen. War das krystallinische Blättchen ein zweiaxiges (z. B. ein Glimmerblättchen; S. 516.), so ändern sich die Farben mit der Aenderung des Winkels, welchen die auffangende Blattfläche mit dem einfallenden Strale macht; S. 517. Bei einaxigen in ihrer Dicke nicht veränderten Blättchen, tritt hingegen die Farbenänderung nur dann ein, wenn die Lage der beiden spiegelnden Ebenen eine Aenderung erleidet.

1) Statt die Axe des Blättchen um den Stral zu drehen, darf man auch nur den zweiten Spiegel der Maschine derselben Drehung unterwerfen. Auch erhält man ähnliche Farben, wenn man einen schwarzen Spiegel (z.B. mit Copalfirnifs überzogenes, auf ein ebenes Brett geklebtes, schwarzes Papier) mit einem dünnen Gypsblättchen belegt, das Licht einer weissen Wolke darauf fallen läfst, und nun das Bild in einem zweiten Spiegel, unter zugehörigem Winkel, oder durch ein Doppelspathprisma betrachtet; auch kann man auf diese Weise, leicht einen Theil jener schönen Versuche Biot's wiederholen, wo man mit mehr als einem oder mit dickeren Blättchen experimentirt; es entstehen dann entweder den verschiedenen Dicken entsprechende gemischte Farben (von geringer Intensität), oder endlich, bei einer Dicke von $\frac{45}{100}$ Millimeter farblose Stralen (nemlich vollkommenes Weifs); vergl. S. 496.

2) Muncke's hieher gehörigen Vers. zufolge, findet folgender Wechsel der complementären Farben statt:

Hauptfarben: dunkelviolett, dunkelblutroth, violett, dunkel-
complementaire Farben: mittelhellgrün, hellgrün, grüngelb, blafs-
purpurviolett, purpurviolett, dunkelviolblau;
grünlichgelb, gelbgrün, hellgellb;
Hauptfarben: dunkelblau, hellblau, hellblaugrün, dunkelgrün,
compl. Farben: hellgelb, dunkelgelb, gelbroth, hellroth,
mittelgrün, hellgrün.
mittelroth, dunkelroth.

Muncke a. a. O. und Gilbert's Ann. LVII. 203.

3) Setzt man statt des zweiten Spiegels ein Doppelspathprisma ein, so unterliegt der vom ersten Spiegel einfallende Stral auch noch der Brechungspolarisation, und jedes der entstehenden beiden Stralenbündel hat dann, bei einer vollen Umdrehung (= 360°) zweimalige Maxima und Minima seiner Intensität, und durchfiel es hiebei, vor dem Eintritt in das Prisma, ein dünnes Gypsblättchen, so haben auch die dadurch erzeugten (in Gypsblättchen auch während des Minimums der Lichtintensität ungeschwächt bleibenden) Farben, weil gleichzeitig die complementairen mit erscheinen, viermalige Maxima und Minima; §. 168.

4) Legt man eine dünne, mit der Axe parallel geschnittene Gypsscheibe auf eine, auf ihrer Axe senkrecht geschnittene Bergkrystallplatte, und beseitigt man den Einfluſs der rotirenden Kräfte disser letzteren Platte (S. 525.), so kann man die Wirkungen der zweiaxigen Krystallblättchen (S. 516.) nachbilden.

5) Die Gesetze der beweglichen Polarisation verwirklichen sich am vollkommensten im reinen Doppelspath, nur erfordert die groſse Wirksamkeit der Axe dieses Krystalls, Minderungen dieser Wirksamkeit, wenn man die Farbenstufen in die Grenzen der Newton'schen Tabelle (S. 495.) zurückführen will. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn man den Krystall nach zwei auf der Axe senkrechten Richtungen schneidet, und die polarisirten Stralen nach der Richtung dieser Axe, oder nach Richtungen, die nur wenig gegen sie geneigt sind, hindurchgehen läſst. Leitet man daher durch eine dergleichen Doppelspathscheibe ein conisches, nach derselben Richtung polarisirtes Lichtbündel, welches zur gemeinschaftlichen Axe die der Scheibe hat, so wird jener unendlich dünne Stral, welcher der Axe selbst folgt, von deren Wirkungen unangefochten bleiben (also auch seine ursprüngliche Polarisation beibehalten), während die ihm zunächst einfallenden Stralen, welche mit der Axe bereits einen kleinen Winkel machen, anfangen in zwei farbige Lichtbündel auseinander zu gehen, welche nun verschiedentlich, den Gesetzen der Schwingungen gemäſs, polarisirt werden. Die dadurch entstehenden Farbenabstufungen werden zwar in verschiedenen Entfernungen von der Axe verschieden ausfallen, aber diese Verschiedenheiten werden auf allen Seiten der Axe gleiche Werthe haben. Analysirt man daher das hindurchgegangene Licht mittelst eines rhomboidalen Prisma, dessen Hauptschnitt mit der Ebene der ursprünglichen Polarisation gleich laufend ist, und benutzt man zu gleichem Zwecke ein gehörig geneigtes, und also geordnetes Spiegelglas, daſs es nur den Theil der Farbenstufe zurückwirft, welcher seine ursprüngliche Polarisation beibehalten hat, so werden um die Axe Folgen gefärbter, concentri-

scher Ringe erscheinen, deren Farbenforderung jener der NEWTONschen Tabelle entspricht. BIOT a. a. O. Hieher gehören die Erscheinungen, welche der erste Theil der im nachfolgenden §. beschriebenen Versuche darbietet. Aehnliche Wirkungen erhält man auch, wenn man ein breites polaris. Lichtbündel durch ein doppeltes Prisma von Doppelspath stralen läfst, von denen das eine auf der Axe senkrecht ist, während das andere so geschnitten worden, dafs diese Axe den gemeinschaftlichen Durchschnitt beider Gegenflächen der Prismen darbietet; a. a. O. Lichttheilchen, die dem ersteren dargeboten werden, bilden dann Ringe, welche das letztere zerlegt. Betrachtung des Himmels durch ein dergleichen Doppelprisma, bei heiterem Wetter, gewährt dieselben Erscheinungen.

6) Aehnliche Neigungen zu Farbenbildungen entdeckte MALUS in verschiedenen durchsichtigen oder durchscheinbaren, thierlichen und pflanzlichen Substanzen (Horn-, Elfenbein-, Gummi-Scheiben; Federn, Haare etc.) und Arago in mehreren unvollkommen-krystallinischen Massen; Bulletin de la soc. phil. 1810 und 1818 und Mem. de l'Instit. XII. 93. SEEBECK beob. zuerst das hieher gehörige Erscheinen des schwarzen Kreuzes und der Farbenbilder in den Ecken eines Glaswürfels, (Erscheinungen, welche SEEBECK entopische Figuren genannt hat) SCHWEIGGER's Journ. VII. 285. XII. 1 ff. Rückführung derselben auf v. GÖTHE's Ansicht ebendas. und auf NEWTONS Theorie durch BREWSTER und BIOT; a. a. O. XVII. 148. und BIOT's Traite etc. IV. Der letztere Physiker betrachtet die unvollkommen krystallinischen Materien, als aus regelmässigen Krystallisationssystemen gebildete Körper, von denen eines zwischen das andere gestellt ist, und entwickelt hiernach sämmtliche Erscheinungen den Gesetzen der Lichtpolarisation gemäfs. Dort, wo die gleich stark wirkenden Axen zweier dergleichen Systeme, sich unter rechten Winkeln kreuzen, heben ihre Wirkungen einander auf, und sind dann auch gegen das Licht, in Absicht auf Polarisirung so vollkommen neutral, wie die meisten durchsichtigen Tropfbaren.

7) Um Glasplatten zu dergleichen Versuchen geschickt (d. h. unvollkommen krystallinisch) zu machen, erhitzt man sie, und läfst sie dann entweder an der freien Luft, oder, indem man sie mit der schmalen Kante auf kaltes Metall stellt, schnell erkalten. Hinreichend dicke Bündel polarisirten Lichtes verschafft man sich, indem man auf grofse, auf der Hinterfläche geschwärzte Glasplatten, das Licht weisser Wolken, oder Argandscher Lampen fallen läfst, deren Flamme von einer Kugel matten Glases, oder von einer sphärischen Hülle aus recht weissem Papier umgeben ist.

§. 172.

Vers. LX. Man lasse durch mattes Glas gleichmäſsig geschwächtes Licht einer sogenannten Astrallampe, oder das Licht einer weissen Wolke, von einem schwarzen Spiegel polarisiren, bringe hierauf in die Bahn der Stralen eine auf der Axe der Krystallisation senkrecht geschnittene Doppelspathplatte, drehe diese so, daſs sie den polarisirten Lichtbündel unter einem rechten Winkel auffängt, und fange nun das durchgegangene Licht mit einem zweiten schwarzen Spiegel auf, der schon zuvor so geordnet war, daſs er ohne Zwischentritt des Doppelspaths von dem auffallenden Lichte des ersten Spiegels nichts zurückwirft (wie die dann ganz dunkel bleibende Platte des zweiten Spiegels leicht zeigt), so erblickt man in dem zweiten Spiegel (der nun jenen Antheil des Lichtes unter dem Polarisationswinkel reflectirt, welcher mit der Axe des Krystalls kleine Winkel macht; vorige §. Bem. 5.) farbige concentrische Ringe, welche von einem groſsen schwarzen Kreuze durchschnitten sind, dessen Arme sich wie Cometenschweife erweitern, so wie sie sich von dem Mittelpunkte entfernen. Untersucht man die Farben dieser Ringe, so zeigt sich der schwarze Mittelpunkt's-Fleck zunächst von einem blauen Saume umgeben, dem Blaulichweiſs, vollkommenes Weiſs, Blasgelb, Orange und Mordoréroth (d. s. die Farben der ersten Ordnung; S. 494.) folgen. — Aehnliche Erscheinungen erhält man auch, wenn man den Versuch dahin abändert, daſs man die Doppelspathplatte durch un-

vollkommen krystallinische Massen vertreten läfst; z. B. nach Seebeck, durch schnell erkaltete Glasscheiben, Glaswürfel, Glascylinder, Platten aus geschmolzenem Borax, aus Kochsalz, die schnell getrocknet, so wie aus arabischen Gummi, dessen wässrige Lösung rasch eingedunstet worden; nach Brewster durch Platten aus Thiergallerte, und selbst durch gewöhnliche Glasplatten, wenn während des Lichtdurchgangs auf ihre äusseren Flächen ein vorübergehender Druck wirkte.

1) Brewster bemerkte zuerst die Uebereinstimmung der Farbenfolge mit jener der Newton'schen Tabelle. Seebech fand fast gleichzeitig mit Brewster, dafs dem vorübergehenden Drucke unterliegendes gewöhnliches Glas, das schnell gekühlte etc. zu vertreten vermöge; selbst der Boden einer bononischen Flasche giebt ein unvollkommenes schwarzes Kreuz. Statt des Drucks reicht auch Erhitzung gewöhnlicher Glaskörper, z. B. beider Seiten gewöhnl. Glasscheiben hin. Ja, jeder gewöhnliche Glaswürfel zeigt etwas Aehnliches, wenn er während des Lichtdurchgangs die Temperatur wechselt. Brewster's Vers. mit verschiedenen Tropfbaren von gleicher und ungleicher Temperatur; Schweiggers Journ. XVII. 148.

2) Das Bild kann unverändert in mehreren, parallel geschichteten, im Polarisationswinkel gerichteten Glastafeln dargestellt werden; so wie aber die Ebene einer dieser Tafeln, jene des ersten Spiegels rechtwinkelig schneidet, erscheinen in dieser Tafel sogleich die complementären Farben, sammt dem schwarzen Kreuze; Munckk's Vers. in Gilbert's Ann. LVII. 203.

3) Ist die Wirkung der zwischen beide Spiegel gestellten Platte in ihrer ganzen Ausdehnung beständig, so erblickt man im zweiten Spiegel nur eine Farbenstufe; hört hingegen jene Beständigkeit der polarisirenden Wirkung auf, so erblickt man mehrere und verschiedene Farben. Die Form der Farbenbilder ist abhängig von der Gestalt des Licht durchlassenden Zwischenkörpers. Eine viereckige Platte erzeugt in ihren vier Winkeln den sog. Pfauenaugen ähnelnde Farbenbilder, welche das grofse schwarze Kreuz trennt; eine rechtwinklig längliche Platte giebt ähnliche Eckenbilder, ausserdem aber auch Farbenstreifen, die sich mit ihrer gleichförmigen Färbung, der

ganzen Länge nach, den gröfsten Seiten der Platten gleichlaufend erstrecken. Eine runde Platte bietet an ihrem Rande concentrische Farbenringe dar, in vier Quadranten getheilt: durch das in Mitten stehende schwarze Kreuz, und ähnlich dem Bilde, welches im obigen Vers. die Doppelspathplatte hervorbrachte; jedoch mit dem Unterschiede, dafs diese Farbenringe bei jeder Lage des Auges hinsichtlich des Punktes der Platte, wo jeder Ring sich zeigt, beständig sind, während die der Doppelspathplatte sich verrücken, wie das Auge seine Richtung ändert. Dafs die Bilder sich verändern, wenn die Platten, Würfel etc. verschiedentlich geschnitten werden, folgt aus dem Obigen und tritt z. B. ein, wenn man letzteren eine Kante nimmt, oder von ersteren nach einander, falls sie viereckig waren, die Ecken wegschneidet. Annoch glühende Glasplatten wirkten (in Seebeck's Vers.) auf den polaris. Stral nicht; die Farben erschienen aber in dem Verhältnifs, wie das Glas erkaltete, und zwar zuerst in den frühest erkalteten Stellen.

4) Als Brewster mehrere Mal von Silber- oder Goldplatten einen zuvor polarisirten Lichtstral zurückwerfen liefs, ward dieses Licht so modificirt, dafs es, nachdem es durch ein Prisma von Doppelspath zerlegt worden, sich in zwei gegenfarbige Bündel theilte (§. 176.). Biot, diese Vers. wiederholend, überzeugte sich, dafs die Erscheinung genau die Gesetze der beweglichen Polarisation dünner Blättchen befolge (S. 529.) und dafs z. B. das von Silber reflectirte Licht, in dessen Oberfläche gerade so modificirt worden sey, als dieses mit jenen Stralen geschieht, welche der Doppelbrechung in Krystallen unterliegen; Modificationen, auf welche jedoch die Art der Zubereitung der Metalloberfläche grofsen Einflufs hat (S. 525.) Auch Stahl und andere Metallgemische, zeigten ähnliche Wirkungen auf das polaris. Licht.

5) Neigt man die dem polarisirten Strale senkrecht entgegenstehende Doppelspathplatte des obigen Vers. nach und nach, so wird mit zunehmender Schiefe des einfallenden Strals die polarisirende Wirkung der Axe der Platte wachsen, in dem Verhältnifs wie die Gröfse des Neigungswinkels (und die Länge der Bahn des Lichtstrals) zunimmt; mit jeder Aenderung des Winkels tritt aber auch für hinreichend dünne Blättchen (z. B. des Glimmers, Bergkrystalls etc.) Aenderung der Farbenstufe ein. Hierauf gründet sich Biot's Farbenmesser (Farbenscale; Colorigrade). Vor der Röhre eines Fernrohrs befindet sich ein schwarzer Spiegel, der so geneigt werden kann, dafs die zurückgeworfenen polarisirten Stralen in das Rohr gelangen. Die Stelle des Ocular des Rohrs, vertritt ein achromatisches Doppelspathprisma, für welches mithin 4 Lagen möglich sind, in wel-

chen sich der Stral nicht mehr theilt, sondern gänzlich nach einer Richtung bricht. Ist diese Bedingung hinsichtlich des polaris. Strals erfüllt, so stellt man, um die Farben hervorzubringer, zwischen dem schwarzen Spiegel und das Prisma eine dünne, krystallinische, durchgängig gleich dicke Platte eines, schwache Brechungspolarisetion gewährenden Krystalls (z. B. am Besten des Bergkrystall, oder des Glimmers) die senkrecht auf die Axe geschnitten worden, und durch Drehung sich unter verschiedenen Winkeln neigen läſst, stets aber in einer Einfallsebene erhalten wird, welche einen Winkel von 45° mit der reflectirenden Ebene des schwarzen Spiegels macht. Es erscheinen dann die Farben der Ringe und verändern sich, in dem Verhältnisse, wie die Platte sich neigt. Vorausgesetzt nun, daſs alle in der Natur vorkommende, und alle künstlich mögliche Farben, einer oder der anderen Folge der Newton'schen Tabelle angehören, so wird die Farbe jedes Farbigen bestimmbar, durch Vergleichung mit den mittelst des Farbenmessers erzeugten Farben; indem diese genau die in bemerkter Tabelle angezeigte Farbenordnung befolgen; Biot a. a. O. Cauchois in Paris verfertigt die erwähnten Farbenmesser in vorzüglicher Güte.

G) Von dem Schatten und von den Photometeoren.

§. 173.

Wird die Verbreitung des Lichtes durch einen undurchsichtigen Körper gehemmt, so entsteht hinter demselben der Schatten (Umbra) d. i. ein Raum der im Gegensatz einer durch direct einfallendes Licht erleuchteten Fläche, durch reflectirtes Licht erhellt wird, und dessen Lage und Gestalt durch die ihn begrenzenden helleren Räume bestimmt wird. Er erstreckt sich entweder in gleichem Umfange ins Unendliche fort, oder er nimmt ab oder zu, je nachdem entweder der undurchsichtige Körper eben so groſs, oder gröſser oder kleiner als der leuchtende ist, und beide Körper weit

oder nahe von einander entfernt sind, und je nachdem die Stralen des leuchtenden Körpers parallel, convergirend oder divergirend die auffangende Fläche erreichen.

1) Ist die Licht entwickelnde Stelle des leuchtenden Körpers kein blosser Punct, so erzeugt sich neben dem eigentlichen Kernschatten (Umb. perfecta) noch der Halbschatten (Penumbra). Vergl. m. Grundzüge 262. Beschattete Flächen; Schattenrisse; Ombres chinoises; Schatten, welche die Erde und die übrigen Haupt- und Nebenplatten rücksichtlich der Sonne werfen, vergl. I. 1. Cap. und II. 414 und 418. Gerader Schatten (Umb. recta), Messung der Sonnenhöhe und Einrichtung der Sonnenuhren); verkehrter Schatten (Umb. versa); und gefärbter Schatten; vergl. 466.

2) Ein von mehreren Richtungen her zugleich beleuchteter Körper, wirft jedem leuchtenden Körper gegenüber einen besonderen Schatten; und derjenige von diesen Schatten ist der stärkste (dunkelste, am meisten mit der begrenzenden Helle contrastirende), der durch Hemmung des stärksten Lichtes entstand. Rumfords Photometer, vergl. S. 418. Vereinigung zweier oder mehrerer Schatten. Gefärbterscheinen nicht zu starker Schatten, welche mit heftig gereiztem Auge gesehen werden.

3) Lufterscheinungen, bei welchem das Licht eine Hauptrolle spielt, nennt man Photometore; ausser den bereits früher gelegentlich erwähnten gehören hieher: der Regenbogen, die Höfe um Sonne und Mond, gefärbte Wolken, Morgen- und Abendröthe, Dämmerung (I. 215.) und Gegendämmerung, Nebensonnen und Nebenmonde, das Wasserziehen der Sonne, das Zodiakallicht u. m. a. Versuch einer Erklärung dieser Phänomene mündlich; vergl. auch m. Grundzüge S. 525 und ff.

H) Von den Veränderungen, welche durch den Einfluſs des Lichtes in den Körpern hervorgebracht werden.

§. 174.

Der Wechsel der Jahreszeiten und das Leben der Organismen zeugt von dem allgemeinen Ein-

flusse des Lichtes auf unseren Planeten, und nicht minder deulich wird dieser in einzelnen Phänomenen wahrgenommen. Bisherigen Beobachtungen und Versuchen zufolge erregt das Licht in den Körpern (nach Maafsgabe ihrer Dunkelheit) Wärme, electrischen und chemischen Gegensatz, krystallinische und röhrenartige anorganische Gestaltung, vegetabilische und animalische Bildung (in lebenden Vegetabilien die Macht des Zusammenhangs erhöhend; in abgestorbenen sie mindernd) und befördert es chemische Ausgleichung und vielleicht auch magnetischen Gegensatz; vergl. oben S. 400 u. f. u. S. 482 u. f. und m. Vergl. Uebers. des Systems d. Chemie S. 112 — 124.

1) Vergl. auch SENNEBIERS Memoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire etc. Genev. 1783. 8. Uebers. Leipz. 1785. 8. Dessen Experiences sur l'action de la lumière solaire pour la negation. T. III. Genev. 1788. 8. A. v. HUMBOLDT Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen. Leipz. 1794. 8. Gr. RUMFORD über die dem Lichte zugeeigneten chem. Eigenschaften; in SCHERERS allgem. Journ. der Chem. II. 7. SAUSSURE's Beob. üb. die chem. Wirk. d. Lichtes auf einem hohen Berge, in Vergleichung gebracht mit denen, welche es in einer Ebene hat; v. CRELLS Ann. 1796. I. 356 — 366. RITTERS und BÖCKMANNS Vers. über den dem farbigen und weissem Lichte ausgesetzten, verschiedentlich leuchtenden und efflorescirenden Phosphor; GILBERTS Ann. X. XII. XIX. RITTERS Bildung der Alkalimetalloide im farbigen Lichte, vergl. 576 ff.; Zersetzung der Salpetersäure, des wässr. Chlor und der oxychlorsauren Alkalien durch Sonnenlicht, KASTNERS Chemie a. a. O. 292 — 295. Entwickelung des Sauerstoffgases aus wässerigen grünen Pflanzentheilen (RUMFORDS Vers. mit Baumwolle, Glasfäden etc., welche unter Wasser dem Lichte ausgesetzt wurden); WEDGWOODS Methode mittelst salpetersaurem Silber Gemälde auf Glas, zu copiren; Reductionen verschiedener aufgelöster Metalle (Vers. der Mad. FULHAM u. a. KASTNERS Beiträge II. 79—90. ff.); DORTHE's Bemerk. über die Krystallisation

des Kampfers am Lichte, die Efflorescens verschiedener Salze; die Erzeugung der PRIESTLEY'schen grünen Materie und die der Infusorien vergl. S. 657. und alle in m. System etc. a. a. O. citirten neueren Schriften.

2) Ueber die Natur des Lichts ist noch zu vergleichen: REUS Repertorium III. 6 — 7 ff. RITTER's Beiträge letztes Stück. S. 360 etc. WEISSE's Anhang zur Uebers. von HAUY's Physik II. und BIOT a. a. O. IV.

I) Von dem Auge und von den optischen Werkzeugen.

§. 175.

Die Gesetze nach welchen die Bilder der Gegenstände im Auge zur Darstellung gelangen (S. 390.), und nach denen die verschiedenen optischen Werkzeuge theils das sehende Auge in denen mittelst desselben vorzunehmenden Bestimmungen unterstützen, theils dazu dienen, die einzelnen Wirkungsweissen des Lichtes und dessen Abänderungen mit zu fordernder Genauigkeit nachzuweisen, beschränken sich gröſstentheils auf jene der Brechung, Spiegelung, Verschluckung, Farbenzerstreuung, Farbenaufhebung u. Polarisirung des Lichtes. Die in den neueren Zeiten hervorgegangenen Entdeckungen, haben sowohl auf die richtigere Kenntniſs der beim Sehen statt habenden Wirkungen der Theile des Auges, als auch auf die Verbesserung älterer und Erfindung neuerer optischer Werkzeuge wesentlichen Einfluſs gehabt.

1) Das Auge der Menschen und der warmblütigen Thiere besteht aus verschiedenen, mehr oder weniger durchsichtigen, brechenden (sog.) Feuchtigkeiten und Häuten, ist innerhalb der Augenhöle durch verschiedene Muskeln bewegbar, und gegen äussere Verletzungen durch

jene Umgebungen geschützt, welche ihm von den Seiten her als Knochen und von vorne als Augenlieder, Wimpern und Braunen zugegeben sind. Eine der Feuchtigkeiten, welche zum Sehen von der gröſsten Wichtigkeit ist, stellt die unter dem Namen der Krystalllinse bekannte, sog. krystallenedar, die aus einer zwischen mehreren höchst weichen Lamellen gelagerten Gallerte besteht, sie hängt in einem aus mehreren Fibern zusammengesetzten Ringe, empfängt das durch die Pupille einfallende Licht, begründet, nach Maaſsgabe ihres geringeren oder gröſseren Brechungsvermögens, die Weitsichtigkeit oder Kurzsichtigkeit des Auges, und ist, Falls sie durch krankhaftes Leiden des Auges getrübt, und demselben durch die Hand des Augenarztes entnommen worden, durch die Staarbrille ersetzungsfähig Als biconvexe Linse deren hintere Fläche gewöhnlich mehr als die vordere erhaben gekrümmt ist, lenkt sie die einfallenden Stralen einander zu; dieser fernerhin statthabenden Convergenz gemäſs, gelangen sie zu der im Innern des Auges befindlichen, mit dem Sehnerven unmittelbar verbundenen, den Stralen eine krumme Fläche darbietenden Netzhaut (Retina) und erzeugen auf derselben ein Bild (wie dieses Magendies Beobachtungen an den Augen der Menschen- und Thier-Kakerlaken bestätigt haben). Fehler wegen der „Abweichung von der Kugelgestalt" S. 453. finden nicht statt, theils wegen der bemerkten Krümmung der Netzhaut und der Linse (vergl. Mollweide's Bem. in Gilbert's Ann. XXX. 220.) theils und vorzüglich, weil die Pupille nur die nahe der Linsen- oder Augenaxe einfallenden Stralen in das Innere des Auges treten läſst, theils aber auch wegen der Lage der Iris; s. weiter unten. Ob die Farbenzerstreuung durch den angeblichen Achromatismus der Feuchtigkeiten aufgehoben wird, wie Euler vermuthete (S. 476.) und man gewöhnlich annimmmt, ist noch nicht entschieden. Störungen durch Spiegelung werden dadurch vermieden, daſs die Innenfläche des Auges durch die Aderhaut (Choroidea) und durch die ebenfalls schwarze Traubenhaut (Uvea), vermöge ihrer Schwärze das gegenstralende Licht absorbirt (S. 418 u 341.). Ueber den Lichtgehalt des Auges; S. 405. und über das auf der Netzhaut erzeugte Bild; S. 407. Ueber den Sehwinkel und über die Bestimmung der scheinbaren Gröſse und Ferne der Gegenstände; S. 409 — 411. Einfach- und Doppeltsehen; a. a O. und meine Grundzüge S. 266 ff. Dauer des Eindrucks auf der Netzhaut; S. 416. Je schwächer der Augennerve, um so länger ist in der Regel jene Dauer; vergl. S. 467. und die meine eigene Augenschwäche bezeugende Beobachtung in Gren's Naturlehre 6te Aufl. S. 452. Beim gesunden Auge beträgt die Entfernung in welcher das Bild auf der Netzhaut entworfen werden kann, gegen

10 bis 12 Zoll; Hume hat gezeigt, daſs die vier geraden Muskeln, welche das Auge bewegen, auch die Krümmung der sehr elastischen Hornhaut verändern, und dadurch das deutliche Sehen in verschiedenen Entfernungen bewirken können; Reil's Archiv d. Phys. II. 25—57. und Olbers de oculi mutationibus internis. Goetting. 1780. 4. Auch scheint (nach Young) die Convexität der Krystalllinse der willkührlichen Vermehrung und Verminderung zu unterliegen; wie auch schon der Umstand bezeugt, daſs nicht zu kurzsichtige Personen durch Sehen in weite Fernen (und Mechaniker, welche häufig sehr kleine Gegenstände durch Vergröſserungs-Brillen beschauen) mehr weitsichtig werden. Bei Weitsichtigen (Presbytae) fällt das Bild naher Gegenstände hinter die Netzhaut, und es bedürfen daher dergleichen Augen erhaben gekrümmte Brillen, um die zu groſse Divergenz der Stralen naher Gegenstände zu mindern; bei Kurzsichtigen (Myopes) wird der entgegengesetzte Fehler, dem zufolge das Bild nicht auf, sondern vor der Netzhaut entsteht, durch die zu starke convergirende Brechung im Auge hervorgebracht und daher durch die Vorhaltung concaver Brillen (oder besser durch häufiges Sehen in weite Fernen) verbessert. Der letztere Fehler kommt in der Regel nur bei jüngeren Leuten vor und ist theils Folge zu groſser Convexität der Linse oder auch wohl des ganzen Auges, theils des häufigen Sehens kleiner und naher Gegenstände, oder auch der zu weiten Entfernung der Linse von der Retina; der erstere tritt gewöhnlich mit dem Alter ein (gleichsam als Wink, den geistigen Blick über irdische Fernen hinaus zu richten) gemäſs der dann entstehenden zu groſsen Abplattung des Auges. Bezeichnet d die Ferne, bis zu welcher das einen der genannten Fehler besitzende Auge deutlich sieht, und δ die distantia visionis distinctae, so ist die Brennweite der erforderlichen Brille $f = \frac{d\ \delta}{d - \delta}$. Indeſs sind die nach dieser Formel geschliffenen Gläser zu scharf und schmerzen daher (wie überhaupt das Sehen durch optische Werkzeuge) wegen Ungewohnheit und gewaltsam erzwungener Muskelanstrengung beträchtlich. Nur jenen Fehlern, aber nicht der Schwäche des Auges hilft eine Brille ab; es giebt daher, streng genommen, keine Conservationsbrillen, indeſs verdienen doch jene so genannt zu werden, welche etwas weniger scharf, als obige Formel angiebt, geschliffen worden, indem sie wenigstens das Auge in den Stand setzen: ein richtiges Bild zu entwerfen und zu bewahren. Sehen in weite grüne Fernen (Wiesen etc.) stärkt die Augen am besten; rothes grelles und weisses blendendes Licht ist ihm am meisten zuwider (auch tödtet das erstere Infusorien). Adams (Anweis. zur Erhalt. des Gesichts etc.; aus d. Engl.

übers. von Kries. Gotha 1794. 8.; vergl. auch Winkler's Anleit. zur Erhalt. d. Gesichts bis ins späteste Alter etc. Leipz. 1812. 8.) verwirft die grünen Brillen; ich habe mich derselben bei anhaltender Beschauung stark leuchtender Gegenstände mit Vortheil bedient. Verwerflich sind nach A. auch die mit Blendungen versehenen Brillen, und insofern sie nur ein Auge anstrengen, sind auch die Lesegläser, Loupen etc. schädlich. Ueber den richtigen Gebrauch von dergleichen Gläsern und das beste Verfahren sich erfordenlichen Falls gute Brillen zu verschaffen, vergl. m. Grundzüge S. 290 u. ff. Adams künstl. Auge; a. a. O. u. vergl. auch die S. 390 — 391. dies. Grundr. angef. Litteratur. Magendies Traité de Physiologie und meine Uebers. d. Chemie. Einleit. S. 90. u. s. f. Ueber die Unterschiede der Thieraugen; ebendas. Unter den Feuchtigkeiten besitzt die Linse die gröfste Brechungskraft, ihr folgt hierin die gläserne und dieser die wässrige Feuchtigkeit. — Bei Katzen, Eulen etc. ist die Pupille länglich, durch starkes einfallendes Licht einer verhältnifsmäfsig gröfseren Verengung fähig, als bei den meisten anderen warmblutigen Thieren und bei den Menschen (wefshalb Katzen etc. besser im Dunkelen als an erleuchteten Orten sehen). Belladonna, Hyoscyamus und Datura wirken sehr stark contrahirend auf die Iris (Regenbogenhaut) und damit zugleich beträchtlich erweiternd auf die Pupille; Runge's Benutzung dieses Verhaltens als Reagens für die Säfte der genannten und ähnlicher narkot. Gewächse; dessen Neueste psytochemische Entdeckung I. Berlin 1820. 8. S. 78 u. s. f. Nach R. hält diese Erweiterung mit der Irritabilität des Thiers gleichen Schritt. — Keppler entdeckte zuerst die Art wie das Sehen physisch vermittelt wird. Jene Krankheit, in welcher die Krystalllinse durch Trübung Erblinden herbeiführt, heifst der graue Staar (Cataracta); Herausnehmen der Linse (Staarstechen) hilft ihr ab, hingegen ist der aus Unempfindlichkeit der Netzhaut entspringende schwarze Staar (Amaurosis) durch keine Operation aufhebbar. Dem letzteren schliefst sich als Einleitung zu demselben gewissermaafsen an: das Tagsehen (d. i. die Unfähigkeit, bei schwachem Lichte etwas zu unterscheiden). Diesem steht entgegen das (auf zu grofse Zusammenziehbarkeit der Pupille gründende) Nachtsehen. Die Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit heifst der grüne Staar (Glaucoma). — Bei den physiolog. Farben und verwandten Erscheinungen beruht Manches auf der verschiedenen Reitzbarkeit der Pupille, sowohl durch intensiv verschiedenes, als auch durch farbig abweichendes Licht; vergl. mehrere in v. Göthes Zur Farbenlehre beschriebene Phänomen.

2) Der Hauptnutzen der mitten in der wässrigen Feuchtigkeit gege-

benen Iris (s. vorige Bemerk.) besteht in der Raumsverengung oder Erweiterung der in ihrer Mitte befindlichen Pupille (Sehe; im Auge des Menschen eine kreisrunde Oeffnung) in Absorption des im Auge reflectirten Lichtes von Seiten ihrer schwarzen Hinterfläche, und in dem Ausschliefsen der zu schief auffallenden Lichtstralen, welche als solche auf die Hornhaut einfallend, zu starke „Abweichung der Bilder wegen der Kugelgestalt" veranlassen würden. Aehnlich dieser Einrichtung und Wirkung ist jene der von Wollaston erfundenen periskopischen Brillen. Es besteht ein dergleichen Augenglas aus zwei Segmenten sphärischer, planconvexer Linsen, welche mit ihren ebenen Seiten einander genähert und durch eine Blendung von einander getrennt werden. Die Vortheile, welche diese Einrichtung gewährt, betreffen sowohl die Lichtmenge, welche zum Auge gelangt, als auch die Länge der Axe, auf welche sich mittelst derselben das Sehen ausdehnen läfst; Gewerbsfreund III. J. Skiener's Metallbrillen; Gilbert's Ann. LIV. 306. — Ein gesundes Auge kann beim Vollmond und bei heller Mittagssonne mäfsig grofse Schrift lesen; die Lichtstärken beider Lesegrenzen verhalten sich zu einander wie 1 zu 300000; vergl. 1. S. 218.

3) Betrachten wir eine Lichtflamme mit blinzenden Augen, so scheinen aus derselben nach mannichfachen Richtungen Stralen zu schiefsen. Die bemerkbarsten darunter sind die von unten divergirenden, mit einer Verticallinie etwa einen Winkel von 7° bildenden; diese Winkel sind aber denen gleich, welchen die Ränder der Augenlieder beim Schiefsen mit einer Horizontallinie machen, woraus nach Young folgt, dafs jene Stralen durch Reflexion des Lichtes von diesen flachen Rändern der Augenlieder erzeugt werden; Gren's Journ. d. Phys. VIII. 218 ff. Manchmal scheinen diese Stralen auch der Beugung zu unterliegen, denn mir bieten sie häufig die Beugungsfarben dar.

4) Sämmtliche optische Werkzeuge zerfallen in catoptrische und dioptrische; in den ersteren hat die Spiegelung und in den letzteren die Brechung (Farbenzerstreuung, Beugung und zum Theil auch die Polarisation) des Lichtes den Hauptantheil der Wirkung. Ausser den bereits ihrer Hauptwirkung oder Einrichtung nach erwähnten, wohin zu zählen sind: das Diastimeter (S. 411.), die Photometer (415 ff. 417 ff.), Diaphanometer (419.), Heliostat und Heliotrop (422; und vergl. Götttinger gelehrte Anzeigen 1821.), die verschiedenen Arten ebener und gekrümmter Spiegel (426 ff. und 430)., der Perspectivkasten, das Stralenkästlein und Kaleidoskop; Zauberperspectiv, Polemoskop und Spie-

gelkästen (426—428.), die Vorrichtungen zu den optischen und catoptrischen Anamorphosen (422 u. 434.) zu den Beugungsversuchen (437 ff.), WOLLASTON's Vorrichtung zur Erläuterung des Ges. der sog. Luftspiegelung (449.), das Rautenglas und die Vorrichtungen zu den dioptrischen Anamorphosen (451.), die verschiedenen Arten der Linsen (452.), Prismen (458 ff.), Farbenkreise und Farbenscheiben (464 u. 471), achromatischen Gläser (475 ff.), Blendgläser (482.), Polarisationsvorrichtungen (492 ff.; 508 ff.) und Farbenmesser (534.), gehören hieher, vorzüglich noch: die optische und dioptrische Camera obscura des Baptista Porta (J. B. Portae Magiae natural. etc. libr. XX. Neap. 1589 fol; Amstelod. 1664. 12.). RHEINTHALER's Camera clara oder tragbare Cam. obscura (GREN's Naturl. 6te Aufl. S. 426.). KIRCHER's Zauberlaterne (Laterna magica; Athan. KIRCHERI ars magna lucis et umbrae. Amstelod. 1671. fol. Gravesande Physic. elem. Math. II. 873.). LIEBERKÜHN's Sonnenmikroskop (Beschreibung eines verbesserten Sonnenmikroskops, von Joh. Ernst Basil. WIEDEBURG. Nürnberg 1758. 4.). BREWSTER's achromatisches Sonnenmikroskop (GILBERT's Ann. L. 170.). ADAMS Lampenmikroskop (verbessert von SCHMIDT; GREN's N. Journ. d. Phys. I. 297.). MARTIUS und AEPINUS Sonnenmikroskop für undurchsichtige Gegenstände (ADAMS a. a. O. 92. und Nov. comment. Petropol. III. 316.). WOLLASTON's Camera lucida (verbessert durch LÜDICKE; GILBERT's Ann. XXXIV. 353. u. XLII. 338. Dieselbe verbunden mit einem zusammengesetzten Mikroskop; WEICKERT a. a. O. XL. 110.). CHARLES: Megaskop (BIOT Traité IV.). BREWSTER's und WOLLASTON's Goniometer (GILBERT's Ann. XXXVII. 357, XLIX. 191 — 192.). MUNCKE's Repetitionsgoniometer (v. LEONHARD's Min. Taschenb. 1819. S. 438 ff.) einfache und zusammengesetzte Farbenzerstreuende achromatische Mikroskope, catoptrische und dioptrische Teleskope (siehe die S. 398 — 399. angef. Schriften, ferner LITTROW's Theoret. und prakt. Astronomie, Wien 1821. 8. I. 349 ff. wo man noch folgende vorzüglich zum astronomischen Gebrauche bestimmte Instrumente beschrieben findet:) Mikrometer, HADLEY's Sextant und den Quadrant Ueber ROCHON's Doppelspath Mikrometer, zur Messung sehr kleiner Winkel, s. BIOT a. a. O.

5) Der von GRAVESANDE erfundene und von CHARLES verbesserte Heliostat — Bem. 4. — besteht aus einem metallenen ebenen Spiegel, welcher durch ein der Sonnenzeit angepaſstes Uhrwerk so bewegt

wird, daſs er immer die Sonnenstralen reflectirt und ihre Richtung fixirt, und daher der groſsen Unbequemlichkeit bei optischen Versuchen ausweichen läſst, welche die Bewegung der Sonne hervorbringt; Biot a. a. O. und Fraunhofer in Gilbert's Ann. LVIII. 104. Hinsichtlich der Einrichtung und Wirkungsschätzung der meisten von den in der vorigen genannten Werkzeuge, vergl. auch meine Grundzüge S. 156 ff. u. 291 ff.

5) Preisverzeichniſs des optischen Instituts der H. H Utzschneider und Reichenbach zu Benedictbeuern (Gilbert's Ann. XLVIII. 347.), dasselbe Institut unter Fraunhofers Direction (a. a. O. LIX. 199). Preisverzeichniſs der in der Pistorschen Werkstatt in Berlin verfertigten phys. Instr. (a. a. O. XLVII. 219.)

XI. CAPITEL.

VON DER WÄRME.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung und von der Erregung der Wärme und der Kälte.

§. 176.

Mittelst der Gemeingefühlsnerven empfinden wir die umgebende Körperwelt auf gedoppelte Weise: einmal als etwas (bloſs Gegenwärtiges) in keiner Veränderung Begriffenes, durch Tastung die Verschiedenheit des Widerstandes und der gegebenen Begrenzung erkennend; und zweitens als etwas in Ausdehnungsänderung Begriffenes, durch Fühlung die Verschiedenheit der sich vermindernden oder vermehrenden Ausdehnung (die sich über die Grenze des Berührenden hinaus in unsere Haut- und Nervenmasse erstreckt), der Kälte (Frigus) oder Wärme (Calor) beurtheilend; vergl. I. 13. u. Cap. VII.

1) Ueber die Annahme eines Wärmestoffes (Caloricum) vergl. oben S. 188, 394 ff., 482 ff., 487—490. Auch vergleiche man noch Scherers Nachträge zu den Grundzügen der neueren chemischen Theorie. S. 18 — 156, 157 — 165 u. Lavoisiers System d. antiphlog. Chemie; übers. von Hermbstädt I. 24.

2) Fordyce und de Lucs Vers. über die durch den Wärmestoff veranlaſsten Gewichtsveränderungen der Körper, widerlegt durch Lavosier und Rumford (dessen kl. chem. Schriften. III. IV.) Ueber

die angebl. Schwere d. Wärmestoffs (WINTERLS Meinung). BARHUEL im neuen polytechn. Mag. I. 100 u. RUMFORD in s. a. Schrift. S. 41. — BACON, DESCARTES, NEWTON (wie aus einigen der Optik beigefügten Fragen zu erhellen scheint) MARIVEZ und GOUTHIER (Verf. d. Physique du Monde). SCHERER und RUMFORD, hielten die Wärme für das Phänomen einer vibrirenden Bewegung; WAGNER, HILDEBRANDT u. m. a. (vergl. Cap. X.) für die Wirkung der Expansivkraft; EPIKUR, ARISTOTELES und unter den Neueren: CASSACUS (Diss. phys. de igne. Francf. et Lips. 1688.), NOLLET (Lecon. XIII. Sect. I.), BOERHAVE, CRAWFORD, BLACK, SCHEELE, PICTET, LAVOISIER (jedoch vergl. oben) und die meisten Physiker neuerer Zeit, nehmen eine Wärmematerie an. Ueber andere hieher gehörige Ansichten, s. die S. 10 angeführten Schriften. BARTELS (in seinen Grundlinien einer neuen Theorie d. Chem. u. Phys.) hält die Wärme für freien Sauerstoff, und Sauerstoff für gebundene Wärme.

3) GASSENDI, MAYOW, MUSCHENBROEK u. m. a. nahmen eine kaltmachende Materie an; den neueren Physikern ist gröſstentheils Kälte nur relativer Mangel der Wärme; wogegen sich auch umgekehrt sagen läſst: Wärme sey relativer Mangel der Kälte. Das auch bei den tiefsten Kältegraden noch Ausdehnungsverhältnisse gegeben sind, kann hier nicht zum Einwurfe dienen, da umgekehrt auch bei den höchsten Graden der Wärme noch Begrenzungs- und Zusammenziehungsmomente statt finden etc. Ueber die Annahme eines Kälteprincips, im Gegensatz des Wärmestoffes, vergl. F. BAADER in dessen Beitr. zur Elementarphysiologie. Kälte ist uns = Wärme von verminderter Intensität, und zeigt sich nur insofern als das gestaltende Princip, als es die Wirkungen des Krystallmagnetismus und der Kohärenz nicht mehr begrenzt. Was daher als der Wärme entgegenwirkendes sog. Kälteprincip gilt, ist die freie Aeusserung der erwähnten Ziehgewalten; Wärme hingegen das fluidisirende Princip. Gefriern (Congelatio) und Schmelzen (Fusio).

4) Wir nennen einen Körper kalt, wenn er kälter, und warm wenn er wärmer als unser eigener Körper ist. Geringe Kälte bezeichnen wir durch kühl, geringe Wärme durch lau. Abkühlung und Erkaltung, Erwärmung und Erhitzung. Den Zustand eines Körpers in welchem er zugleich heiſs und leuchtend ist, nennen wir die Gluth; und die Vereinigung von Hitze und Licht im Allg. Feuer (Ignis, s. S. 487.), womit jedoch ältere Physiker häufig nur die Wärme allein bezeichnen. Dunkele und leuchtende Wärme. H. A. LORENZ. chem. phys. Untersuchung des Feuers. Copenh. u. Leipz. 1789. 8. — Ueber das brennbare Wesen ält. Phys. vergl. S. 188 und

394. Monnets mit Winterl übereinstimmende Meinung, daſs Wärme = o E sey.

§. 177.

Die Umstände unter denen in den Körpern Wärme bemerkbar entwickelt wird, sind sehr zahlreich und mannichfaltig, und lassen sich ohngefähr auf folgende Hauptbedingungen von denen wenigstens eine gegeben seyn muſs, zurückführen. 1) Erleuchtung (Cap. X.) 2) Reibung, Stoſs, Druck und Verdichtung (Cap. II.) 3) Zustandsänderung ausdehnsam-flüssiger Materien in tropfbarflüssige oder feste, tropfbarflüssiger in feste Körper (Cap. II. u. VII.) 4) Electrische Ausgleichung (Cap. V. u. VI.) 5) Chemische Verbindung Cap. VII.) 6) Organische Thätigkeit (Cap. VIII.) 7) Schallschwingung (Cap. IX.) 8) Berührung wärmerer Körper. Die Bedingungen unter denen Kälte bemerkbar hervorgebracht wird, sind ausser der Vermeidung und Aufhebung der zur Wärme nöthigen Verhältnisse, vorzüglich gegeben nrpie 1) Zustandsänderung fester Körper in liquide, Trofbarer oder Fester in ausdehnsam flüssige; 2) Ausdehnung und Verdünnung durch Verminderung äusseren Druckes (Cap. II.); 3) Einwirkung des — E (Cap. VI.) besonders der galvan. Säule auf die Gefühlsnerven und 4) Berührung kälterer Körper.

1) Zur allgemeinen Bezeichnung des Grades der Wärme- oder Kälteäusserung einer Materie, hat man den Ausdruck Temperatur gewählt. Da aber Materien, die in uns bei der Berührung die Empfindung von Wärme oder Kälte erzeugen, in andern Materien unter gleichen Umständen (wie in der Folge weiter erläutert wird) Raumserweiterung oder Raumsbeengung hervorbringen, und die

Gröſse dieser Veränderungen mit der Wirkungsstärke der heissen oder kalten Materien auf unser Gemeingefühl im Verhältnisse steht, so lassen sich mittelst Thermometern (das sind Vorrichtungen, welche diese Ausdehnungs- oder Zusammenziehungsgröſsen messen) die Temperaturen verschiedener Materien vergleichen und schärfer bestimmen, als dieses dem nach Maasgabe der Uebung sehr verschiedenen Gefühle möglich ist. Daher wird unter Temperatur eines Stoffes oder Körpers in der Regel der Grad seiner Wirkungsstärke auf die Thermometer verstanden.

2) Da die Thermometer oder Wärmemesser nur anzeigen, ob die Wärmegrade zweier Körper zu gleichen oder ungleichen Zeiten gleich oder ungleich sind, so nennt man sie richtiger Wärmezeiger oder Thermoskope. Das erste von Cornelius Drebbel 1630 erfundene, war ein Luftthermometer, hatte aber den Nachtheil, zugleich als Barometer zu wirken, welchen Bernouilli durch eine verbesserte Einrichtung abhalf. Dan. Bernouilli hydrodynamica. Argent. 1738. 4. p. 204. Da die specifische Elasticität eines Gases ausser der chemischen Qualität vorzüglich noch von seiner Feuchtigkeit und Temperatur abhängt, und da die Höhe der in B's. Luftthermometer von der eingesperrten Luft getragenen Merkursäule mit der specifischen Elasticität dieser stets gesperrten Luft ab und zunimmt, so enspricht B's. Thermometer (welches aus jedem guten Barometer durch Zuschmelzung des Gefäſses am kürzeren Schenkel verfertigt werden kann) den Forderungen. welche man an ein Instrument der Art zu machen berechtigt ist, vielleicht am vorzüglichsten. Zur Beobachtung sehr geringer Temperaturveränderungen sind die Luftthermometer unentbehrlich; hingegen zum Gebrauche unbequem, und daher durch die mit tropfbaren Flüssigkeiten gefüllten Merkur- oder gefärbten Weingeist (oder Aether) enthaltenden Thermometer, fast ganz verdrängt. Das (älteste) Weingeistthermometer der Florentiner Akademie, dasjenige des Reaumur; (Mém. de l'ac. roy. des sc. 1730. 452. 1731. 350. G. G. Haubold resp. Gehler diss. de thermometro Reaumuriano. Lips. 1771. 4.). Newtons Leinölthermometer (Philos. transact. 1701. Nr. 270.). Halley's Vorschlag zum Merkurthermometer a. a. O. Nr. 197. p. 650; D. G. Fahrenheits Merkurthermometer und das gewöhnliche mit Reaumurscher Skale, oder das sogen. De Lucsche Thermometer. Die (neueren) Metallthermometer. Anleitung und Regeln zur Verfertigung guter Thermometnr. J. Fr. Luz: Anweis. Thermometer zu verfertigen. Nürnberg 1781. und in C. Fr. Hindenburgs: formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lips. 1790.

5) Zu Thermometern, welche dazu dienen sollen sehr niedere Temperaturunterschiede zu bestimmen, eignet sich vorzüglich der (nicht gefrierende) gefärbte Weingeist; zur Beobachtung höherer Hitzgrade hingegen das reine Merkur. Der erstere zieht sich in niederen Temperaturen sehr gleichmäfsig zusammen, während er in höheren, bei gleicher Temperaturzunahme verhältnifsmäfsig weit mehr ausgedehnt wird, das letztere dehnt sich noch weit über die Siedhitze des Wassers hinaus ziemlich gleichmäfsig aus, ist empfindlicher für den Temperaturwechsel, als jede nicht metallische Flüssigkeit, läfst sich leicht rein und luftfrei darstellen, und adhärirt dem Glase der (wohl calibrirten, nicht über eine Viertelslinie weiten) Thermometerröhre weniger, als jede nicht metallische Flüssigkeit. — Reaumur bezeichnete an seiner Thermometerscale als feste Puncte den Eispunct (des gefrierenden Wassers oder des flüssigwerdenden Eises) mit 0, und zählte von diesem 80 Grade hinauf (+ 0) bis zum Siedepuncte des Wassers (bei gewöhnlichem Luftdrucke); er theilte also den Fundamentalabstand zwischen beiden Puncten in 80 gleiche Theile, indem er fand, dafs der Weingeist von dem einem Puncte bis zum anderen hinauf um 0,080 seines Volums ausgedehnt werde. Der Theil der Scale unter 0 (— 0) wurde ebenfalls in Grade abgetheilt, um so niedere Temperaturen als die des gefrierenden Wassers messen zu können. Fahrenheit beobachtete die Ausdehnung des Merkur von dem (durch Mischung von Schnee und Salmiak entstehendem) künstlichen tiefen Kältegrade an, bis zu seinem Siedepuncte, und da er das Volum des Merkur im ersteren Falle als aus 11124 gleichen Theilen bestehend angenommen hatte, und das Merkur bis zu seinem Sieden (bei gewöhnlichem Luftdrucke) um 600 solcher Theile ausgedehnt wird, so theilte er den Fundamentalabstand in 600 Grade; wo bei 32 + 0 das Wasser gefriert und bei 212° siedet; die Zahlen der Grade des Fschen und Rschen Skale verhalten sich mithin wie 9 : 4. Auf der schwedischen (von Celsius in den Schwedischen Abhandl. 1742. 197. angegebenen) und der neuen 100theiligen französischen Skale, ist der Fundamentalabstand vom Eispuncte bis zum Siedepuncte des Wassers in 100 Grade abgetheilt; auf der von De l'Isle (Mém. pour servir à l'hist. et aux progrès de l'astron. et de la géogr. à St. Petersbourg 1738. 4. p. 267.) entworfenen Skale in 150 Grade, weil De l'Isle fand, dafs das Merkurvolum beim Siedpuncte des Wassers um 0,0150 (oder vielmehr um 0,0153) gröfser ist, als beim Eispuncte. Der Siedepunct dieser Skale ist durch 0 bezeichnet, und der Gefrierpunct durch 150°. — Eine Vergleichung dieser sämmtlichen Skalen findet man bei Hindenburg oben in Nr. 3. angef. Progr. Naptha- oder Aetherdampfthermome-

ter (vergl. JUCH in TROMMSDORFFS Journ. VI. 343.) gestatten keine genau zu vergleichende Beobachtung und somit auch keine übereinstimmenden Skalen. Nach J. T. MAYER (dessen Naturl. §. 342.) bringt jede Aenderung des Barometerstandes von einer Linie, bei einem bei 28 Paris. Barometerhöhe rücksichtlich des Siedepunctes bestimmten Thermometer, eine Aenderung von 0,000779 des Fundamentalabstandes hervor. Auch vergl. man: Bericht einer von der königl. Soc. d. Wiss. zu London niedergesetzten Commission, bestehend aus den Hrn. CAVENDISH, DE LUC, MASKELYNE etc., über die beste Methode die festen Puncte des Thermometers zu bestimmen; aus den Philos. Transactions LXVII. P. II. N. 37. übers. in d. Leipz. Samml. z. Phys. Naturgesch. I. Bd. 6. 643. — Ueber die Berichtigung des Barometerstandes wegen der Wärme, vergl. I. Bd. dies. Grundr. S. 321—322. u. LA PLACE in GILBERTS Ann. XXVI. 152. 194. — LAVOISIERS und LA PLACES Calorimeter in den Mém. de l'Acad. roy. des sc. à Paris. An. 1780. 355. und LAVOISIERS Schriften Bd. III. 292. d. deutschen Uebersetz. WEGDWOODS Einwürfe in den Phil. Transact. 1783. V. 74. p. 371. u. BERTHOLLETS Gegenbemerk. in dessen Statique chimique. Tom. I. p. 240.

4) Die bisher angeführten Thermometer, lassen sich begreiflicherweise nur zu solchen Temperaturmessungen gebrauchen, bei denen die in der Thermometerröhre enthaltenen Flüssigkeiten noch keiner merklichen Veränderung ihrer Tropfbarkeit unterliegen; zu Messungen höherer Temperaturgrade, bei denen jene Flüssigkeiten dampfförmig werden, werden daher feste, auch bei gröſserer Hitze starr bleibende Körper angewendet, und Vorrichtungen der Art nennt man Pyrometer. MUSCHENBRÖKS Pyrometer (Tent. experimentatorum acad. de Cimento. L. B. 1791. II. 12.); MORTIMETTS, G. v. LOESERS, ZEIHERS u. FELTERS Metallthermometer (phil. transact. XLIV. 1735. Nr. 484. Append. p. 672. CRELLS N. Chem. Arch. V. 19. GEHLER a. a. O. IV. 359—362.); WEDGWOODS Pyrometer (sich gründend auf die Eigenschaft des Thons, in der Hitze sich nach Maaſsgabe der Temperatur zusammen zu ziehen, und nach plötzlicher Erkältung nicht wieder auszudehnen; Philos. Transact LXXII. und SCHERERS Journ. d. Chem. II. 7. S. 50.) CAVALLO's Vorschlag, statt des etrurischen von WEDGWOOD angewendeten Thons, Behufs s. gedacht. Pyrometers, ein künstliches Gemisch aus Thon- und Kieselerde zu benutzen; VOIGTS Mag. V. 2. 129. Nach GAZERANS analyt. und synthetischen Versuchen, werden die genauesten Thonpyrometer erhalten, wenn den mindestens 34 proc. Thonerde enthaltenden Thonarten, so viel gepulverter Bergkrystall oder weisser Sand beigemischt wird, als ihnen abgeht, um sie feuerbeständig zu machen. Der

Nullgrad der Pyrometerskale des W. ist der Temperatur von 1000° Fahrenh. gleich, und W's. Skale fängt gewöhnlich dabei (oder bei 947° F.) an. Vom Nullgrad theilt W. die Skale so weit in gleiche Theile ab, daſs 240° W. = 32277° Fahrenh. sind; mithin ist jeder Grad der W'schen Skale gleich $\frac{32277 - 1000}{240}$ = 130,32 Graden Fahrenh. 130 Grade W'scher Skale (d. i. die Hitze bei der Eisen schmilzt) sind also = 17,941 Graden F'scher Skale; denn 1000 + (130. 130,32) = 17941.

5) Zur Vergleichung W'scher Pyrometergrade, mit Thermometergraden nach Fahrenheit, Reaumur und der Centesimalskale, dienet folgende Uebersicht:

W.	Fahrenh.	Reaum.	Centesimal.
0°	1000°	430°	538°
1	1130,32	488,	610,
5	1651,60	720,	900,
10	2303,2	1009,	1262,
20	3606,4	1589,	1986,
30	4909,6	2168,	2710,
50	7516,	3326,	4158,
80	11425,6	5064,	6330,
100	14032,	6222,	7778,
130	17941,6	7960,	9950,
170	23254,4	10276,	12846,
200	27064,	12014,	15018,
240	32276,8	14331,	17914,

240° W. ist die höchste von W. beobachtete Temperatur, bei der ächtes chinesisches Porzellän weich wurde und zusammen sinterte. Vergl. auch m. Grundzüge S. 333. Da gute Wedgwood'sche Pyrometer nicht mehr zu haben sind, so benutzt man zu Hitzmessern (nach Broignart, Biot a. a. O. I. 149.) zweckmäſsiger Platindrath, da sich dieser bis zu sehr hohen Temperaturen gleichmäſsig ausdehnt. Guytons Platinapyrometer. Keith's u. Crigthon den Stand bleibend bezeichnende Thermometer; Gilbert's Ann. XXII. 317. Vorzüglich ist Breguet's Metallthermometer; Ann. de Chim. et de Physique V. 313.

5) Die Einrichtung der genannten Pyrometer und Thermometer setzt voraus, daſs die Intensität der Wärme der Ausdehnung der Körper proportional ist; indeſs ist dieses z. B. beim Wasser nicht der Fall, indem dieses bei 3½° R. die gröſste Zusammenziehung hat (s. weiter unten) und Dalton folgert aus seinen hieher gehörigen Untersuchungen, daſs bei allen gleichartigen Tropfbaren (z. B. Wasser, Merkur etc.) vom

Punkte ihrer gröfsten Dichte an, ihre Ausdehnung sich verhalte, wie das Quadrat der Temperatur; die nach diesem Gesetze bestimmten wahren gleichen Intervalle der Temperatur für das Merkurthermometer, nebst nöthiger Correction für die Mitausdehnung des Glases, findet man nach DALTON's Angabe unter andern auch in m. Vergl. Uebers. d. Syst. der Chemie S. 43. DELUC's Einwürfe (entnommen aus der Abweichung der Temperatur eines Gemisches aus zwei ungleich warmen Mengen Wassers, von der mittleren) GILBERT's Ann. XIV. 288. sind durch die bestätigenden Versuche DÜLONG's und PETIT's entkräftet; vergl. Ann. de chim. et de phys. VII. 113. MUNCKES phys. Abhandl. 139. und URE in den Phil. transact. 1818. II. Hiernach würden darbieten Thermometer mit

Luft	Merkur	Luft	Eisen	Kupfer	Platin
0°	0°	0°	0°	0°	0°
100°	100°	100°	100°	100°	100°
200°	204°,61	300°	312°,6	328°,8	311°,6
300°	314°,15.				

Vergl. mit denen weiter unten vorkommenden Bestimmungen über die Ausdehnung der Körper.

7) DREBBELS und ähnliche ältere Luft- (und Wasser-) Thermometer, enthielten statt des reinen Wassers, durch Salpetersäure-Zusatz gegen das Gefrieren geschütztes. Auch das Pendel und die Stimmgabel könnten gewissermaafsen als Wärmemesser dienen; bei der letzteren würde man die Temperaturveränderung zunächst durchs Gehör erfahren; vergl. Cap. I. u. IX. Hohle Glaskügelchen, welche im kalten Weingeist schwimmen, im heifsen sich tiefer senken. Zunahme der Drehungsgeschwindigkeit eines spiralförmig gebogenen und oben auf einer senkrechten glatten Metalldrathspitze, vermittelst der Erhitzung (z. B. eines zum Fufsgestell der Vorrichtung dienenden Stubenofens) um die Axe des Draths bewegten Papierstreifens bei zunehmender Ofenhitze etc.

8) Da ein gewöhnliches Thermometer von jeder Temperatur-Veränderung des Ortes, an welchem man experimentirt, störendem Einflusse unterliegt, so erfand Leslie das Differentialthermometer, dessen sich auch Gr. RUMFORD bei seinen Versuchen bediente. Es besteht dasselbe aus einer dünnen Glasröhre, welche in Gestalt des Buchstabens U gebogen ist, und die sich an jedem Ende mit einer kleinen (mit der gegenüber befindlichen, an Gröfse fast übereinkommenden) hohlen Kugel schliefst. Die Röhre enthält etwas durch Karmin geröthete Schwefelsäure, welche hinreicht, den gröfsten Theil der Röhre zu füllen. An dem einen Schenkel der Röhre ist eine kleine el-

fenbeinerne Scale befindlich, welche in 100 Grade getheilt worden. Die Schwefelsäure ist so gelagert, daſs ihre obere Fläche in dem eingetheilten Schenkel gerade dem Theile der Scale, welcher mit o bezeichnet ist, entgegensteht. Diejenige gläserne Kugel, welche sich an dem mit der Scale versehenen Schenkel befindet, heiſst, um sie von der andern zu unterscheiden, die Focalkugel. Bringt man dieses Thermometer in ein warmes Zimmer, so wird die Wärme auf beide Kugeln gleichförmig wirken; und da mithin die in ihnen eingeschlossene Luft gleichförmig ausgedehnt wird, so muſs sich die Flüssigkeit in der Röhre auf demselben Standpunkte erhalten. Erhält aber die Focalkugel im Laufe des Versuchs eine höhere Temperatur, während die zweite Kugel dieser höheren Temperatur nicht unterworfen ist, so wird sich die Luft der Focalkugel ausdehnen, während die Luft der anderen Kugel heine Dehnung erleidet. Die mehr ausgedehnte Luft wird demnach (wie beim gewöhnlichen Luftthermometer) stärker auf die Schwefelsäure drücken, und dieselbe zur kälteren Kugel hintreiben. Die Flüssigkeit wird sich mithin in der Röhre über 0° C erheben, und das Steigen derselben wird dem Grade der Hitze entsprechen, welchem die Focalkugel ausgesetzt war. Ein dergleichen Thermometer eignet sich daher vorzüglich dazu, jenen Grad der Hitze anzuzeigen, der in einem bestimmten kleinen Raume, z. B. in dem sog. Hauptbrennpunkte eines zum Auffangen der Wärmestralen bestimmten Brennspiegels wirksam ist, während das diesen Brennraum umgebende Mittel, nur wenig von dessen Hitze ergriffen, und in seiner Temperatur gesteigert wird. Ueber den Einfluſs der Oberflächen der Thermometerkugeln etc. auf die Einsaugung und Wiederausstralung der Wärme, weiter unten.

9) Kein Thermometer geht vom absoluten Null der Wärmeintensität aus; wir schlieſsen daher nur aus der gleichmäſsigen Ausdehnung der Körper durch Wärme auf eine den Ausdehnuugen entsprechende Vermehrung oder Anhäufung der fühlbaren, thermometrischen Wärme in den Körpern; indeſs ist dieses nicht immer eine Anhäufung von Aussen, sondern in Fällen, wo zuvor gebundene und dadurch unfühlbar gewesene Wärme in der Substanz des Körpers entbunden wird, nimmt auch die thermometrische Wärme des Körpers aus seinem eigenen Innern zu; z. B. gehört hieher gröſstentheils die durch Beleuchtung (Lichteinstralung) aufgeregte Wärme; vergl. jedoch S. 487 u. ff.

10) Dalton bestimmt den absoluten Nullpunkt der Wärme aus den verschiedenen Wärme-Fassungsvermögen (Wärme-Capacitäten; s. w. unten) der Materien und setzt ihn zwischen 6111° und 2305,5° C im Mittel aus allen Vers. = 3416,6° C; dessen Syst. d. Nasurw. übersetzt von Wolf I. 96 — 113. MAYER bestimmt ihn = 266,25° C

(Comment. de vi elast. vap. p. 29.) SUCCOW bei 760° C; des Anf. d. Nat. I. §. 626. GUY-LUSSAC aus der specifischen Wärme des Wassers = 899°, 25° C. Indefs ergiebt sich schon aus den späterhin zu entwickelnden Gesetzen der Wärmemittheilung, dafs es unmöglich ist, auf dem Wege des Versuchs dieses o zu bestimmen (vergl. auch MUNCKE's phys. Abh. 167 und dessen Ueber das Schiefspulver; 46 ff.) und in jedem Fall liegt es unendlich tief unter dem Gefrierpunkt.

§. 178.

Allen bisherigen Beobachtungen gemäfs, werden die Körper bei übrigens gleichen Umständen) durch einwirkendes Licht um so wärmer, je dunkeler sie sind, oder je mehr sie das Licht in seinen freien Wirkungen aufzuhalten vermögen; vergl. §. 156. Hieher gehören theils mehrere Erscheinungen im gemeinen Leben, theils mehrere Beobachtungen und Versuche eines FRANKLIN, BÖCKMANN, LESLIE u. a. Vergl. S. 417. u. ff.

1) Schwarze oder dunkelfarbige Kleider im Sonnenscheine getragen, wärmen mehr als hellfarbige. — Ausserhalb (über das Dach des Hauses hinausgehende) geschwärzte Kaminröhren, zur Beförderung des Luftzuges; vergl. FRANKLINS sämmtl Werke, in der deutsch. Uebers., II. Thl. 227. Dresden 1780. 8. Warum Neger in warmen Himmelsgegenden nicht mehr durch die Brennhitze leiden als Weisse, FRANKLIN a. a. O. I. 214. u. Gr. v. RUMFORDS Abhandl. über d. Wärme, aus d. Französ. übers. von Dr. C. A. GERHARD. Berlin 1805. 8. 209—211. Flüssigkeiten werden über dem Feuer in geschwärzten Gefäfsen eher warm, als in farbenlosen. Genäfste schwarze Tücher trocknen im Freien eher als genäfste weisse, bei übrigens gleichen Umständen. — Weisses Papier wird durch ein Brennglas später entzündet, als schwarzes etc. Schwarze Gartenmauern machen an denselben gezogenes Obst, Wein etc. eher reifen; d. Gewerbsfr. I. II.

2) Schwarze oder farbige Tücher im Sonnenscheine über Schnee ausgebreitet, bewirken ein früheres Schmelzen des Schnees, als weisse, welche gleichen Lagen unterworfen wurden; FRANKLIN's hieher gehörende Versuche a. a. O. II. 353. u. ff. — Von zwei vollkommen harmonirenden Thermometern, wird das eine im Sonnenscheine weit höher steigen als das andere, wenn es zuvor geschwärzt worden. BÖCK-

manns Vers. über die wärmende Kraft der Sonnenstralen, in Gilberts Ann. X. 359. Davy's Versuch mit gefärbten (auf der einen Seite mit geöltem Wachse überzogenen, auf der andern dem Sonnenlichte ausgesetzten) Kupferplatten; a. a. O. XII. 578. v. Rumfords Vers. in dessen oben angef. Abhandl. — Leslie's Photometer; Gilberts Ann. V. 245. und oben S. 417.

3) Ueber die Wärme ausser dem Roth des Spectrums s. oben S. 463 u. 530. und vergl. noch Herschel in Gilberts Ann. VII. 137. X. 68. XII. 521. Leslies Einwürfe dagegen; ebend. X. 68, und Englefields Vertheidigung XII. 399. Ritters Bemerk üb. dies. Gegens. in Gehlens J. f. Chem. u. Phys. IV. Bd. u. Steffens im Anh. z. Runge's Farbenk. 53. Ueber Brennspiegel und Brenngläser, vergl. S. 426 u. 452.

4) Nur in sofern das Licht in seiner Fortpflanzung von der Erde mehr oder weniger angehalten wird, erregt es Wärme; daher die Kälte höherer Regionen der Atmosphäre. Asien und besonders Amerika sind in gleicher nördlicher Breite ungleich kälter als Europa; Afrika ist unter den Wendezirkeln ungleich heisser als Asien und Amerika. Die Extreme der gröfsten Wärme kommen in den Sandwüsten Afrika's zwischen 10 und 20° nördlicher Breite vor, ohngefähr 40° + 0 im Schatten und 50° + 0 im Sonnenschein. In Syrien werden Metalle durch das Sonnenlicht zur Sommerzeit so erhitzt, dafs man sie nicht ohne Verletzung berühren kann. Das Maximum der Kälte fällt mitten ins feste Land Sibiriens, zwischen 60 und 70° N. B., und ins Kupferland in Nordamerika unter gleicher N. B. Merkur, Branntwein etc. sind dort oft Wochenlang gefroren. — Selten übersteigt indefs die durch die Sonne bewirkte Erdwärme 120°. Nach Kirwan fängt der beständige Gefrierpunct (Schneelinie) unter dem Aequator in einer Höhe von 15577 engl. Fufs an; unter 30° N. B. in einer Höhe von 11592 F., unter dem 60° d. N. B. in einer Höhe von 3684 F., und unter den Polen fällt die Schneelinie mit der Erdfläche zusammen; jedoch ist bei diesen Bestimmungen zu bemerken, dafs die angegebenen Höhen nur für die mittlere Temperatur jedes Breitengrades gelten, indem die Schneelinie durch die individuelle Lage einzelner Gegenden und Länder mit der Lufttemperatur ohnfern der Erde nothwendig Aenderungen erleiden mufs. Kirwans Angabe der Temperatur in verschiedenen Breiten. Aus d. Engl. von L. v. Crell. Berlin 1788. 8. Bergmannsn phys. Erdbeschreibung. Kants phys. Geographie. Finkens medic. Geogr. Condamine Journ. du Voyage à l'equateur. Paris 1751. — Grens Journ. d. Phys. II. 231. Gilberts Annal. XVI. 463. Lampadius Atmosphärologie 217, 223 etc. Den 20. Dec. 1794.

stand das Therm. zu Kovina in Sibirien (67° 10′) 43° — 0. Den 15. Febr. 1799 zu Upsala (60°) 31° — 0. Den 10. Jan. 1799 zu Freiberg in Sachsen (51°) 24° — 0. Den 19. Jan. 1740 zu Turin (44°) 4 — 0. In der Nacht vom 11. — 12. Jan. 1809 setzte der Dr. Kehrmann in Moscau Abends 10 Uhr 2 Pfund Queksilber auf einen Teller der freien Luft aus; um 4½ Uhr Morgens war es zur steifen Masse gefroren, die man schneiden und hämmern konnte. Aehnliche Beobachtungen machte Gr. Butherlin den 12. Jan. 1805. — Nach Kirwan ist in nördlichen Breiten über 48° der Jan. der kälteste und der Jul. der wärmste Monat. Bis auf 20° vom Aequator sind die Wärmeunterschiede geringe, und das Maximum der Sonnenerwärmung scheint in 59 und 60° Breite gegeben zu seyn. — Jede bewohnbare Breite hat wenigstens 2 Monate 12° R. mittlere Wärme, d. i. eine zum Reifen des Getraides hinreichende Temperatur; vergl. oben u. S. 260. Kirwan und Lampadius a. a. O. Gehlers Wörterb. I. 297. II. 78. v. Humboldt in Gilberts Ann. IV. 455. VII. 342. Williams und Strickland in den Transact. of the American Society. Vol. III. 32 V. 15. Vergl. auch m. Grundzüge 5tes Kap. u. den Anhang zu dies. Grundr.

5) Lazaro Moro wollte aus der Entstehung der Insel Santorin (1707) und aus dem Monte-nuovo (1538) ein Centralfeuer der Erde geltend machen. Auch Aepinius (cogitationes de distributione caloris per tellurem), v. Mairan (Nouvelles recherches sur la cause générale du chaud en été, et du froid en hiver etc. Paris 1768.), Buffon (hist. naturelle générale et particulière. Tom. I. Théorie de la terre u. Supplement T. IX. et X. Paris 1778. 8.), Prevost (physisch-mechanische Untersuchungen über d. Wärme, aus d. Französ. v. Bourguet. Halle 1798. 71. ff.) u. Darwin haben jene Meinung einer ursprünglichen Erdwärme (Grundwärme) ebenfalls vertheidigt. Darwin (Ausführliche Darstellung des Darwinschen Systems, von Dr. Chr. Girtanner 46. Cap.) betrachtete das hypothetisch angenommene Centralfeuer nicht bloſs als Mitquelle der Erd- und Atmosphärenwärme, sondern glaubte auch die Entstehung der Erdbeben, der heissen Quellen, die Wirkung der Vulkane etc. davon ableiten zu können. Neuere Physiker sehen die unterirdische Wärme theils als das Product der Erstarrung ehemaliger Flüssigkeit zur Gebirgsmasse (v. Humboldt), theils als Folge der angeblich noch im Innern der Erde vorhandenen chemischen Processe, theils als Resultat der Sonneneinwirkung an. Vergl. Mayers phys. Astronomie. Göttingen 1805. 8. §. 128 etc. de Lucs Briefe über die Geschichte der Erde etc. Gehler a. a. O. I. 404. v. Saussure über die Temperatur der Hölen, in Gil-

berts Ann. III. 217. Wärme der Brunnen in Jamaika, ebendas. I. 111. Temperat. des Wassers im Genfersee, in v. Saussure's Reisen I. 23. Wärme der Grotte Balme a. a. O. 201. Ursache der Kälte auf hohen Bergen, ebend. IV. 89. Gr. v. Rumford über die Wärme des Seewassers; Gilberts Ann. I. 445. ff. v. Humboldt a. a. O. Ueber die allmälige Veränderung der Temperatur und des Bodens in verschiedenen Climaten vom Abbé Mann, in den Comm. Ac. Elect. Theodoro-Palatinae. Vol. VI. phys. Manhemii 1790. und Grens Journ. d. Phys. II. 231. — In einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche hält die, keiner bedeutenden Aenderung unterworfene, Erdtemperatur das Mittel zwischen 9 — 10° R. + 0. Zur Bestimmung der mittleren Temperatur der bloſs durch Sonneneinfluſs begründeten Wärme verschiedener Breiten, haben Halley, Mairan, Ludolf, Lambert und Tob. Mayer mathematische Formeln gegeben, und Kirwan hat M's Vorschlag (für die Berechnung der mittleren Temperaturen der Oerter Tafeln zu entwerfen, und solche nach Art der astronomischen Rechnung durch Gleichungen zu verbessern, nach denen die wahre Temperatur eines Ortes, nach Maasgabe seiner Erhöhung über der Meeresfläche, und nach den jährlichen und täglichen Abwechslungen für jede Zeit gefunden werden könnte) weiter verfolgt und verschiedene von Localumständen abhängige Correctionen hinzugefügt, und so mit wirklich angestellten Thermometerbeobachtungen ziemlich übereinstimmende Temperaturbestimmungen einzelner Länder und Oerter entworfen. Nach K. ist die mittlere Temperatur von Petersburg = 38,8 Fahrenh.; von Stockholm 43,3; Berlin 49; London 51,9; Paris 52; Wien 51,5; Bordeaux 57,6; Marseille 61,8; Algier 72; Manilla 78,4; Pondichery 88; und Quito 62. Kirwan a. a. O. u. Mayer a. a. O. §. 136. — Darstellung der Carlsruher meteorologischen Beobachtung vom Jahr 1802, und der daraus gezogenen Resultate; nebst Vergleichungen mit anderen Jahren. Von C. W. Böckmann; in den Denkschriften der vaterländischen Gesellschaft der Aerzte und Naturforscher Schwabens. Tübingen 1805. 8. I. 130. ff. Vor allen aber sind hiemit zu vergleichen H. W. Brandes treffliche Untersuchungen über den mittleren Gang der Wärmeänderungen durch das ganze Jahr etc. Leipz. 1820. 8.

6) Der Pater L. Cotte (Philos. Transact. 1788. Art. 5. u. 6. u. Kirwan a. a. O.) hat aus 30 Jahre fortgesetzten meteorolog. Beobachtungen, unter andern folgende das Thermometer betreffende allgemeine Sätze abstrahirt: „Das Thermometer steigt bis auf seinen höchsten Punct öfterer in den gemäſsigten Zonen, als in den heissen. Es steigt höher in Ebenen als auf Bergen. An der Meeresfläche fällt es nicht so

tief als im Inneren des festen Landes. Der Wind hat keinen merklichen Einflufs auf seine Bewegungen; hingegen um so mehr die atmosphär. Feuchtigkeit, besonders wenn Wind darauf folgt. Die gröfste Wärme und die gröfste Kälte tritt ohngefähr 6 Wochen nach der nördl. oder südlichen Sonnenwende ein. Das Thermometer ist veränderlicher im Sommer als im Winter. Die kälteste Tagezeit ist vor Sonnenaufgang. Die gröfste Hitze im Sonnenschein und im Schatten hat selten an einem und demselben Tage statt. Die Hitze nimmt weit schneller vom September und October an ab, als sie vom Juli bis September zunimmt. Ein sehr kalter Winter verkündet nicht immer einen sehr heissen Sommer.“

7) Werden zwei feste Körper gegen einander gerieben, so üben sie zwar wechselseitigen Druck gegen einander aus; die Erhitzung, welche man dadurch hervorbringt, scheint jedoch nur zum Theil Erfolg der vorübergehend wechselnden Compression der Körper, Theil's auch der eingeschlossenen Luft zu seyn; wiewohl auch in der Guerikischen Leere die Erwärmung solcher Körper, wo nicht stärker, doch eben so stark statt findet, als ausser derselben. Vergl. Pictet über das Feuer §. 154. ff. Rumford in Scherers Journ. I. 9 — 31. Pictet ebendas. 115 — 118. Nachtrag von Scherer a. a. O. 31 — 37. Fries ebend. II. 342 = 346. Derselbe in Scherers Archiv f. d. theor. Chem. II. 93. ff. — Lichtenbergs Mag. I. St. 2. S. 19. IX. 4. 171. Baader a. a. O. IV. 3. 149. Mayer ebend. VIII. 2. 122. Link XI. 4. 89. Rumford in s. angef. Abhandl. Davy in Gehlens n. Journ. d. Chem. I. 371. Ueber Erwärmung durch Verdichtung und Stofs, vergl. S. 340. dies. Grundr. — Zusammendrückung der Gase (und nach Dessaignes auch des — jedoch stets lufthaltigem Wassers) entbindet Wärme, Verdünnung derselben vermindert die Temperatur derselben; vergl. Dalton in Gilberts Ann. XIV. 101. Gay-Lussac a. a. O. XXX. 249. Desaignes in Journ. de Phys. LXXIII. 41. Hieher gehört das zuerst von Mollet bekannt gemachte (von einem Arbeiter zu Etienne en Forez erfundene) Tachopyrion und andere pneumatische Feuerzeuge, z. B. Dumoutiers Briquet pnevmatique. Vergl. Gilbert's Ann. XVIII. 410. XXV. 118- XXX. 268. Erman konnte mit Hülfe desselben wohl Schwamm, Leinwand und ähnliche Dinge entzünden, aber Rose's leichtflüssiges Metall nicht schmelzen. — Bleibender Druck mit unveränderten Berührungspuncten (Pressen) erregt in weit geringeren Grade die Wärme als Reibung und wechselnder Stofs. Erglühen des Eisens durch Hammerschläge; Entzünden des Holzes durch Reiben, Schmelzung des Stahls, in Form mikroskopischer Kügelchen, durch Feuerschlagen etc. Schon Frank-

LIN (in s. angeführt. Schrift) bemerkt, dafs gleichartig Flüssige unter sich durcheinander bewegt, keine (oder vielmehr sehr geringe) Wärme hervorbringen, und alltägliche Erfahrung lehrt, dafs die geriebenen Körper um so heisser werden, je fester (härter) sie sind. Ueberhaupt scheint aber die Erwärmung durch Reibung etc. um so gröfser zu seyn (bei übrigens gleichen Verhältnissen der Umgebung der geriebenen Körper), a) je heftiger und wechselnder der gegenseitige Druck ist, b) je heterogener die reibenden Körper sind, und c) je weniger sie geschickt sind, eingetretene Drucksveränderungen von selbst wieder aufzuheben. Meinen Vers. zufolge erhitzen sich zuvor in Wasser ausgekochte und dann darin geriebene Körper u. in Amerika benutzt man seit einigen Jahren die Reibungswärme harter Steine als Erhitzungsmittel des Wassers und dadurch aller beliebigen Gegenstände. Wird beim Reiben der Starren an den Reibungs-Gegenpunkten Siderismus (d. i. durch Electricität erweckter oder frei gemachter Magnetismus) erzeugt? — Ueber stärkste Reibungs-Hämmerungs- etc. Glühwärme; HALDANE im Journ. de Phys. LIV. 213. — Sofern das schnellere und höhere Hinaufwirbeln der Luft der Aequatorgegenden zur Verdünnung, und das Nachfliefsen der Polarluft zur Wiederverdichtung führt, müssen beiderlei Phänomene mit Temperaturwechsel verbunden seyn. Aehnlicher Wechsel beim Fortpflanzen des Schalles in Gasen etc.; S. 363. Ueber die Meinung verschiedener Physiker, dafs Erwärmung (durch Reibung) gleich sey einer ohne Ende zu vermehrenden oscillirenden Bewegung imponderabler Flüssigkeiten aller Art (vergl. unter andern FRIES a. a. O.), mündlich; über die Temperaturerhöhung durch Compression der Dämpfe vergl. zuvörderst I. S. 302 ff. In wiefern fettige ölige Substanzen als Zwischenlagen genutzt, die Erhitzung geriebener Körper vermindern; z. B. (mehrfacher) Nutzen der Wagenschmiere, der Seife und des Unschlitts, womit die Unterlagen vom Stapel zu lassender Schiffe bestrichen werden, des Graphits etc. — Ueber Wärmeerregung durch Electricität, vergl. JUCH in TROMMSDORFFS Journ. d. Pharmac. II. 2. 177. VOIGT hieher gehörende Beobachtung, in dessen Vers. einer neuen Theorie des Feuers etc. Jena 1793. 8. 321. ff. und oben S. 487. Ueber die Wärmeerregung durch chemische Einnung, sind besonders die im VII. Cap. beschriebenen Verbrennungs- und Salzbildungsversuche nachzusehen. Diejenigen Physiker, welche einen Wärmestoff statuiren, nehmen an, dafs in diesen und ähnlichen Fällen, das Vermögen der einzelnen Stoffe Wärme zu binden verändert und geschwächt, und dadurch Wärmestoff ausgeschieden werde.

8) Man nimmt nämlich an, dafs sich der Wärmestoff mit anderen Stoffen so verbinden könne, dafs er, an seiner Verbreitung vollkommen

gehindert, auf keine Umgebung ausdehnend zu wirken vermöge, und somit auch nicht empfunden werden könne; und nennt ihn dann verborgenen oder ruhenden, gebundenen oder latenten Wärmestoff, im Gegensatz des fühlbaren, sensiblen oder freien Wärmestoffs, welcher Temperaturerhöhung der Körper hervorbringt und auf unser Gefühl und auf das Thermometer wirkt. Zu diesen Vorstellungen über die in und an den Körpern vorhandene Wärme, sind jene Physiker vorzüglich durch die merkwürdigen Wärmeerregungen gelangt, welche durch Zustandsänderung bewirkt werden. Während nämlich ein schmelzbarer fester Körper im Schmelzen begriffen ist, oder während ein starrer oder ein tropfbarer ausdehnsam flüssig wird, bleibt seine Temperatur ganz unverändert. Es steigt z. B. die Temperatur des tropfbaren in offenen Gefäfsen erhitzten Wassers bei 28″ Barom. nur bis 80° R., wobei es siedet; so bald es diesen Temperaturgrad erreicht hat, geht es in Dampf über, und wird so lange als noch Dampfbildung möglich ist, nicht weiter in seiner Temperatur erhöht. Im Schmelzen begriffenes Blei, erhitzt sich unter gleichem Luftdrucke bis 540° F., d. i. bis zu seinem Schmelzpuncte, und behauptet diesen Temperaturgrad so lange, bis es in allen seinen Theilen geschmolzen ist, und nun erst fängt die Temperatur wieder an zu steigen. Alle während der Verdampfung oder Schmelzung zugetretene Wärme, wirkte weder auf Gefühl noch aufs Thermometer, sondern diente nur zur Zustandsänderung des Wassers und Bleies von denen sie gebunden wurde, daher jene Ausdrücke: latenter Wärmestoff etc. Wird Aetzkalk oder Schwefelsäure, oder Weingeist mit Wasser gemischt, so entstehen Erhitzungen, indem jener Ansicht gemäfs, ein Theil des im Wasser gebundenen Wärmestoffs zum freien strahlenden Wärmestoff wird; vergl. S. 522. Erhitzung bei der Bildung der dunstförmigen unvollkommenen Salpetersäure durch Salpetergas und Sauerstoffgas (Cap. VII.); Erhitzung bei plötzlichen Salzkrystallisationen, wenn die krystallisationsfähigen Salzlaugen an kalten Tagen in nicht zu grofsen Mengen in Gläsern bewegt werden; vergl. Pabitzky in Trommsdoffs Journ. d. Pharm. VI. 2 338. — Ueber die Erhitzung des ungelöschten Kalks mit Wasser; Voigt in seiner oben angef. Schr. S. 42. Dort wo bei Mischung fester und flüsssiger Körper, oder flüssiger Körper von verschiedener Dichtigkeit sehr bedeutende Temperaturerhöhungen statt finden, ist ausser der Rückbildung des Expansibelen in Tropfbares, oder des Tropfbaren in Starres, und ausser dabei eintretender Lösung, auch häufig Auflösung oder wenigstens Ausgleichung bestimmter chemischer Gegensätze mit im Spiel. Ueber Voigts, Winterls u. a. Meinung über jene Phänomene mündlich. Alle hieher gehörigen

Phänomene zeigen, dafs die Wärme nicht nur durch Cohärenz, Magnetismus (I. Cap. IV.), Electricität (in der galv. Kette und Säule, wo Wiederentziehung der durch E gebundenen Wärme durch die Schliefsungsdräthe oder Ausgleichung der E zu o E, zum Erglühen der Schliefsungsdräthe führt (oben Cap. VII.) und Licht (oben S. 487.) auch durch chemische Ziehgröfsen wältigungsfähig ist, und daher einen, weiter unten zu bestimmenden stöchiometrischen Werth, besitzt.

9) Auf die Fähigkeit kälterer Substanzen durch bereits warme ebenfalls erwärmt zu werden, gründet sich die Einrichtung und der Gebrauch der Wärme- und Hitzmesser. — Es setzt diese Erwärmung voraus: in den kälteren Körpern die Empfänglichkeit für die Wärmeerregung des wärmeren, und (sofern dabei umgekehrt der wärmere erkältet wird durch den kälteren) die Empfänglichkeit des wärmeren für die Kälteerregung des kälteren. Das ganze Verhältnifs, durch die Ausdrücke: Mittheilung der Wärme und Ausgleichung der Temperaturen (Tension der Wärme, nach Pictet) bezeichnet, entspricht bei gleichartigen Substanzen dem Verhalten des mehr bewegten zu dem wenig bewegten (oder ruhenden) unelastischen Körper (I. Einl. IV. Abschn.) und wird weiter unten ausführlich gewürdigt werden. — Lalandes Thermometer, wo die Theilung der Skale, nach Micheli's Vorschlag, von derjenigen Temperatur anfängt, welche das Mittel zwischen allen seit mehreren Jahren beobachteten Graden hat, und dieselbe Temperatur ist, welche in den Kellern des Pariser Observatoriums statt findet; v. Zachs monatl. Correspond. z. Beförd. d. Erd- u. Himmelskunde. 1804. Febr. 131. 135. — Norbergs Wärmemesser; Trommsdorffs Journ. f. Pharmac. VIII. 2. 107.

10) Ueber sehr beträchtliche Temperaturerhöhungen auf galvanischem und chemischem Wege, vergl. auch m. Syst. d. Chemie S. 45.

11) Rücksichtlich der Kälteerzeugung fügen wir denen §. 177. angegebenen Bedingungen noch folgende Beobachtungen bei; Abkühlung der Luft an heissen Sommertagen durch Wasserdampferzeugung, indem man Gassen, Zimmer etc. mit Wasser bespritzt; Erzeugung des Eises (z. B. zu Benares; Gren's Journ. VIII. 400 u. 412 ff.) durch freiwillige Wasserverdunstung; Nutzen der Alcarrazas; Abkühlung der Getränke durch Eingraben der sie enthaltenden Gefäfse in die Erde und darüber angebrachte Feuerung; Abkühlung der Neger durch starke Ausdünstung v. Rumfords Beob., dafs sich schwaze Körper eher abkühlen els farbenlose, dessen Abhandl. üb. die Wärme 175. Tem-

raturverminderung durch Verdünnung der Luft; S. 564. Erkältung (und Gefrieren) des Merkur im Thermometer, durch Verdampfung des rectificirten Aethers; des Schwefelalkohols I. Cap. II.; u. v. Mons's u. Wünstars Beob. Meyers Methode durch Aetherverdünstung das Wasser zum Gefrieren zu bringen. Erkalten eines mit Wasser oder Weingeist gefeuchteten in der Luft geschwungenen Fingers. Gefrieren des Wassers durch verdampfende Blausäure und durch plötzliches Vorüberströmen der Luft (mittelst der Luftpumpe). v. Edelkranzs Maschine zur Erzeugung künstlicher Kälte; Pfaff u. Friedlieder Neueste Entd. d. franz. Gelehrt. 1803. 5. St. 75. Erzeugung heftigster Kälte durch Vorüberströmung zuvor in kalt machenden Mischungen erkalteter möglichst comprimirter Luft, an in der Guerikeschen Leere befindlichen Körpern. Hieher gehört vielleicht Hutton (sehr zu bezweifelnde) Behauptung, bei einer auf nicht beschriebenem Wege bewirkten künstlichen Kälte Alkohol bei 79° — 0 zum Gefrieren und Sondern in zweierlei Mengtheile gebracht zu haben; d. Gewerbsfr. II. 200. — Temperaturerniedrigung durch Lösung kryst. Salze. Das Anfrieren eines unten mit Wasser befeuchteten, auf einen Ofen gestellten, eine Gemenge von Kochsalz und Eis enthaltenden zinnernen Tellers, im Momente da das Gemenge schmilzt. Gröſsere (künstliche) Kälte durch schneller zerflieſsbare Materien, nach Walkers und Lowitzs Beob.

Kaltmachende Mischungen.	Erniedrigung des Thermometers von	bis
1) Mit eben so viel Wasser verdünnte Schwefelsäure u. schwefelsaures Natron zu gleichen Theilen - - - - - -	50° F.	— 30°
2) Schwefels. Natr. 8 Thl. u. Salzsäure 5 Thl. - - - - - -	50°	— 0°
3) Salpeters. Ammoniak 1 u. Wasser 1. - - - - - - - -	50°	— 4°
4) Kochsalz 1 u. Schnee 1 - - - -	32°	— 0°
5) Salsz. Kalk 3 u. Schnee 2 - - -	32°	— 50° — 0°
6) Kali 4 Schnee 3 - - - - -	32°	— 51° — 0
7) Schnee 1 und verdünnte Schwefels. 1. - - - - - - -	20	— 60° — 0
8) Schnee 1 u. verdünnte Salpeters. 1. - - - - - - - -	0°	— 46° — 0
9) Schnee 1 u. salz. Kalk 2 - - - -	0°	— 66° — 0

10) Schnee 1 u. salzs. Kalk 3	- - -	40° — 0	— 73° — 0
11) Verdünnte Schwefels. 10 u. Schnee 8 Theile.-	- - - -	68° — 0	— 91° — 0.

Vermischt man 4 Theile Eis und 1 Theil Schwefelsäure, beide von 32°, so sinkt die Temperatur der Mischung bis fast auf 4° — 0 F. Es kommt bei dergl. Versuchen vorzüglich darauf an, dafs die (frisch krystallisirten) Salze in kalter Umgebung möglichst fein gepulvert, gesiebt und vollkommen trocken sind, und dafs der Schnee oder das Eis möglichst frisch und ohne Spuren von Schmelzung angewendet werden. Auch müssen die Gefäfse dünn seyn, nur Raum für die kaltmachende Mischung haben, und diese mufs sehr schnell in kalter Umgebung erfolgen. Bei von bedeutender Tiefe zu erzeugenden Kältegraden, ist es zweckmäfsig, die Materie vor der Mischung selbst zuvor in eine andere kaltmachende Mischung zu setzen.

12) Fourcroy und Vauquelin-Lowitz's Vers. wiederholend sahen in einer Mischung von 8 Theilen salzsauren Kalks und 6 Theilen trocknen Schnees, Merkur erstarren: bei einer gröfseren Menge Merkur erstarrte es nicht ganz, und gofs man das nicht erstarrte ab, so fand man den zurückgebliebenen festen Antheil, octaedrisch krystallirt. Auf gleiche Weise brachten sie flüssiges Aetzammoniak zu wenig riechenden weissen Naden krystallisirt, rauchende Salpetersäure in rothen Nadeln (was aber dem Gr. v. Mussin Puschkin nicht gelang). Schwefeläther krystallirte in weissen Blättern. Zanetti, jener kaltmachenden Mischung noch Salmiak zufügend, sah ausses dem Gefrieren des Merkur (vergl. auch oben 561), gewöhnlichen Branntwein erstarren. v. Mons durch salzsauren Kalk und festes Aetznatron eine grofse Kälte hervorbringend, beobachtete dafs mehrere Salzlösungen ihr Salz theils in Pulvergestalt, theils krystallinisch fallen liefsen; Gold, Silber, Zinn und Bley verloren ihre Hämmerbarksit (Zerspringen der Holzaxten und Beile beim Gebrauch in heftiger Kälte) und eine Feder liefs sich wie Glas zerbrechen. Lowitz brachte in einem Gemenge von trocknem Aetzkalk und Schnee 12 und ein ander Mal 25 Pfund Merkur zum Erstarren. — Alkohol und flüssige Salzsäure, so wie alle wirklichen Gase wurden durch obige künstliche Kälte nicht zum Gefrieren gebracht. Ueber das sog. Selbstgefrieren der Blausäure durch theilweise Verdunstung, vergl. Gay-Lussac in Gilbert's Ann. XL. 229. Ueber Wollaston's Kryophorous oder Frostträger, a. a. O. XLIII. 174. u. LII. 274. u. 279. (Der Glasbläser Faller in Berlin, verfertigt Kryophore von vorzüglicher Güte und zu billigen Preisen; über die Einrichtung derselben vergl. auch

meine Grundzüge Cap. V. Marcet sah binnen 3 Minuten das Merkur einer Thermometerkugel erstarren, die er zuvor mit Baumwolle umwickelt, und dann in Schwefelalkohol (Schwefelkohlenstoff) getaucht hatte, als er sie in die Guerikesche Leere brachte; Gilbert's Ann. LII. 279. Leslie, Configliachi und Brugnatelli bewirkten mittelst der Guerikeschen Leere und Einsaugung des darin entwickelten feuchten Dunstes durch concent. Schwefelsäure (oder trocknes Hafermehl etc.) Erstarren des Merkur etc. Anwendung dieses Verfahrens Behufs der Eindicknng der Pflanzensäfte, der Bildung des Gefrornen etc.; s. d. Gewerbsfr. a. a. O.

13) Hitze in den Blüthenkolben der Aroiden. Bory's Bemerk. über die Hitze, welche Pandenus odoratissimus im Blühen giebt (wobei sich Wasser bildet). Reaumur's Beob. über die Hitze der Bienenschwärme, die nicht lediglich vom Reiben abzuleiten ist etc. Lampyris noctiluca wurde beim lebhaften Phosphoresciren so warm, daſs Fahrenheits Thermometer um 3° stieg; Edinburgh Encyclop. Glow-worm. Eine ähnliche aber nicht so bestimmte Beobachtung erzählt Macartney. John Davy's Vers. über die Wärme des Bluts; m. System d. Chem. a. a. O. In den Lungen wird durch den Sauerstoff Blut verdichtet und Wärme frei; a. a. O.

14) Da die Temperatur unseres eigenen Körpers nicht immer gleich ist, so kann auch unser durch das Gefühl geleitetes Urtheil über die Wärme oder Kälte der Umgebung oftmals verschieden ausfallen, ohnerachtet die Umgebung dieselbe Temperatur beibehalten hatte. Keller scheinen im Winter warm, im Sommer kühl. Das Wässer kommt der an kältere Umgebungen gewöhnten Hand wärmer vor, als dem durch die Bedeckung an wärmere Umgebungen gewöhntem übrigen Leibe.

B) Von der Fortpflanzung der Kälte und der Wärme. (Mittheilung, Leitung und Stralung).

§. 179.

Vers. LX. a) Zwei Theile warmes Wasser von 60° R. und drei Theile Wasser von 10° R. werden in einem gläsernen Gefäſse schnell mit einander vermischt; die Temperatur des Gemisches wird (nahe an) 30° R. seyn. Werden chemisch

geichartige Massen von ungleichen Temperaturen miteinander vermischt, so verhält sich die neue Temperatur des Gemisches, wie der Quotient aus der Summe der Producte der Massen (oder Volumen) in ihre Temperaturen durch die Summe der Massen. Waren mithin die Mengen (Massen) des Wassers gleich, so wird die neue Temperatur genau das arithmetische Mittel der Temperaturen der einzelnen Wassermengen vor der Mischung halten; Fall's das Gefäſs, worin die Mischung erfolgte, durch seine eigene Temperatur die des Gemisches nicht merklich abänderte. b) Sind hingegen die Materien ungleichartig, so werden sie (von ungleichen Temperaturen) mit einander gemengt, die neue Temperatur nicht in den angegebenen Verhältnissen erlangen, sondern es werden vielmehr ungleiche Wärmeerregungen nöthig seyn, um in gleichen Massen dieser Materien gleiche Temperaturänderung hervorzubringen. 1 Pfund Merkur von 110° F. mit 1 Pfund Wasser von 44 F., giebt zur neuen Temperatur des Gemenges nicht 77°, sondern 47° F. Oder hat das Merkur 44° F, und das Wasser 110° F., so wird die Temperatur 107° seyn. Während also die Temperatur des Wassers um 3° vermehrt wurde, wurde die des Merkurs um 63° vermindert; so viel Wärme als mithin das Merkur um 63° zu erwärmen vermag, ertheilt dem Wasser eine Temperaturerhöhung von 3°, und haben daher Wasser und Merkur gleiches Gewicht, so verhält sich die freie (aufs Thermometer wirkende) Wärme in jenem zu derjenigen in diesem, wie 63 : 3 = 21 ; 1.

Dieses Verhältniſs specifisch verschiedener Materien bei gleichen Massen ungleiche Wärmemengen zu erfordern, um gleiche Temperaturgrade zu erreichen, nennt man die Capacität der Materien für Wärme; und diejenige von zwei Materien hat die gröſste Capacität für die Wärme, welche durch Mittheilung gleicher Wärmemengen, die geringste Temperaturänderung erfährt. So lange die Materien während ihrer von Aussen her bewirkten Erwärmung ihren Zustand nicht ändern, steigt ihre Temperatur im umgekehrten Verhältniſs ihrer Wärmecapacität. Findet hingegen Zustandsänderung statt, so bleibt ihre Temperatur so lange unabgeändert, bis sie durch die Erwärmung die neue Zustandsform vollkommen erreicht haben. So viel (in ihnen latent gewordene) Wärme als sie zur neuen Zustandsänderung bedurften, so viel entlassen sie auch wiederum, wenn sie in den vorigen Zustand zurückkehren.

1) Unter dem Ausdrucke Menge der freien Wärme versteht man das Product aus dem Wärmegrade einer Materie in ihre Masse; und durch Capacität bezeichnet man das gröſsere oder geringere Vermögen einer Materie Wärme zu binden, welches im Allgemeinen in dem Maaſse gröſser ist, als die Materien mehr flüssig sind, hingegen um so mehr geschwächt wird, je fester dieselben werden. — Hingegen nennt man die (nicht absolut zu bestimmende) Wärmemenge, welche jede eigenthümliche Materie (bei bestimmter Masse) nöthig hat, um dadurch eine bestimmte Temperatur zu erreichen, ihre specifische (comparative oder eigenthümliche) Wärme (Calor specificus). Aus dem obigen folgt, daſs sich die specifischen Wärmen zweier Materien bei gleichen Massen und Temperaturen umgekehrt verhalten, wie die Temperaturunterschiede, die sie durch gleiche Wärmemengen erhalten; und nimmt man nun z. B. die für das Wasser zur Hervorbringung einer be-

stimmten Anzahl von Thermometergraden erforderliche Wärmemenge als zu vergleichende Einheit an, oder setzt sie = 1, so kann man durch fernere Versuche ausmitteln, wie viel Wärme andere Materien heischen, um ihre Temperatur um eine gleiche Zahl von Graden zu erhöhen, oder wie sich ihre specifische Wärme zu der des Wassers in Zahlen ausgedrückt verhalte. J. C. WILKE (Vers. über die eigenthümliche Menge des Feuers in den festen Körpern, in den Schwed. Abhandl. 1791. 49. u. CRELLS n. Entd. d. Chem. X. 49.) bestimmt die specifische Wärme nicht bei gleichen Massen, sondern bei gleichen Volumen, und nennt dieses relative Wärme. — HERM. BOERHAVE elem. chem. Lips. 1732. T. I. p. 166. 232. Experiments and observations on animal heat, and the inflammation of combustible bodies etc. by ADAIR CRAWFORD. London 1779. 8. 1778. 8. Vers. u. Beob. über d. Wärme d. Thiere etc. Aus d. Engl. des A. CRAWFORD ins Deutsche übers. von L. v. CRELL. Leipz. 1799. 3. Ausg. 8. GEHLERS phys. Wörterb. IV. 567. und im Supplementbande 961. ff. MAYER über die Gesetze und Modificationen des Wärmestoffs. Erlangen 1791. 8. LAMPADIUS kurze Darstellung der vornehmsten Theorien des Feuers. Göttingen 1793. 8. CARRADORI Theoria dell Calore. Firenze 1788. 9. J. G. MAGELLANS Vers. üb. die neue Theorie des Elementarfeuers und der Wärme d. Körper. Aus d. Franz. Leipz. 1782. 8. SCOPOLI u. VOLTA in CRELLS neuest. Entdeck. XII. 3. ff. W. MORGANS Erinnerungen gegen CRAWFORDS Theorie etc. Aus dem Engl. Leipz. 1785. 8. Prüfung der neuen Theorie des Feuers etc. in GRENS Journ. d. Phys. I. 5. ff. — GRENS Uebers. der Gesetze, nach welchen sich die Capacität richtet, in dessen Journ. II. 24.

2) Zu a) des obigen §. T, t bezeichnen die verschiedenen Temperaturen der zu vermischenden gleichartigen Körper, M, m ihre Massen oder Volumina, und x die neu zu erzeugende Temperatur; so ist $x = \frac{T\,m + t\,m}{M + m}$. Ist also $M = m$, so ist $x = \frac{T + t}{2}$. Auch folgt aus der obigen Formel, dafs $M : m = x - t : T - x$. Vergl. G. W. RICHMANN de quantitate caloris, quae post miscelam fluidorum certo gradu calidorum oriri debet, cogitationes; in den Nov. Comment. Acad. Sc. Imp. Petropolit. T. I. p. 152. Zu b) Sind die Gewichte P, p zweier ungleichartigen Materien gleich, so verhalten sich die specifischen Wärmen m, n umgekehrt, wie die Veränderungen in ihren respectiven Temperaturen x, y nachdem sie auf eine gemeinschaftliche Temperatur gebracht worden sind; ist also $P = p$, so ist $m : n = y : x$ mithin $m = \frac{n\,y}{x}$. Sind hingegen die Gewichte ungleich, in diesem Falle durch

G, g bezeichnet; so ist m : n = y g : x G mithin $m = \frac{n\,y\,g}{x\,G}$. Vergl. D. Irvine Beob. u. Berechnung. in Crawfords angef. Schrift. Gadolins Vers. in d. Abhandl. d. Schwed. Akad. d. Wissensch. v. Jahr 1784. — Nicholsons Treatise on natural philosophy. Blaks Vorles. üb. d. Grundl. d. Chem. Herausgegeb. von J. Robins. Aus d. Engl. von L. v. Crell. Hamburg 1804. 8. I. 99—120. 193. ff.

3) Bei hieher gehörenden Vers. ist zu bemerken, dafs die wärmere Materie um etwas durch die äussere Luft, durch dafs Gefäfs etc. erkaltet; dafs bei eintretenden chemischen Mischungen keine unmittelbaren Vergleichungen der Materien möglich sind, und dafs bei eintretenden Zustandsänderungen Wärme gebunden oder entlassen wird, deren Menge nach Verschiedenheit der chemischen Beschaffenheit und selbst nach der Zustandsstufe der Materien veränderlich ist. Vermischt man Schnee oder Eis dessen Temperatur = 0° C. mit Wasser von 75° C., so ist die neue Temperatur nicht 37,°5 C., sondern bleibt 0° C., indem aller Schnee flüssig wird. 1 Pfund Eis bindet daher beim Schmelzen so viel Wärme (nach Lavoisier und Laplace) als nöthig ist, um 1 Pfund Wasser bis zu 75° C. zu erwärmen; und nach Watts Vers. bindet das in Dampf übergehende bereits siedende Wasser so viel Wärme, als nöthig wäre, um einen Körper, der gleiche Wärmecapacität mit dem Wasser hat, bis 419° R. zu erhitzen. Vergl. I. Einl. IV. Abschn. Um in hieher gehörenden Fällen die Wärmemittheilung auszumitteln, mufs zuvor die Menge der latent werdenden Wärme bestimmt werden. Hierauf stützte Lavoisier und Laplace sein Verfahren, die specifische Wärme verschiedener Stoffe mittelst des dazu erfundenen Calorimeters nachzuweisen; neuere hieher gehörige Versuche stellten Gay-Lussac (Mem. d'Arc. I. 180.) u. De la Roche u. Bèrard (Journ. de physique LXXVI. 155.) an. Setzt man mit den gen. Physikern das Gewicht der im Calorimeter zur Eisschmelzung bestimmten Materie = p, das des dadurch geschmolzenen Eises = P und die Temperatur der ersteren = t, so ist ihre specifische Wärme $c = \frac{P}{p\,t}$ (dividirt mit 75, wenn sie auf die des Wassers, als der zu vergleichenden Einheit zurückgeführt werden soll); vergl. oben S. 566. — Oefters haben dichtere Körper mehr specifische Wärme als dünnere derselben Gattung; vergl. jedoch die Temperaturerhöhungen durch Mischung von Schwefelsäure und Wasser etc., durch Druck, Stofs, Hämmern etc.

4) In nachfolgender Tabelle sind die Resultate über einige der bisher rücksichtlich ihrer specif. Wärme untersuchten, und mit der des

Wassers (die zu 1,0000 gesetzt ist) von gleicher Temperatur vergleichenen Körper zusammengestellt.

A) Uebersicht der Eigenwärmen (oder der specif. Wärmen) der Grundstoffe, und Verhältniſs derselben zu ihren stöchiometrischen Werthen (oder zu dem relativen Gewichte der sog. Atome; vergl. Cap. VII.)

	Eigenwärme (die des Wassers = 1):	Stöchiometrische Zahl:	Product aus der stöchiometrischen Zahl und der Eigenwärme des zugehörigen Stoffes; d.i. Eigenwärme der Atome:	Namen der Beobachter:
Wismuth	0,0288	13,30	0,3830	Dulong und
Bley	0,0293	12,95	0,3794	Petit (Ann.
Gold	0,0298	12,43	0,3704	de Chim. et
Platin	0,0314	11,16	0,3740	de Phys. X.
Zinn	0,0514	7,35	0,3779	395—413).
Silber	0,0557	6,75	0,3759	
Zink	0,0927	4,03	0,3763	
Tellur	0,0912	4,03	0,3675	
Kupfer	0,0949	3,957	0,3755	
Nickel	1,1005	3,69	0,3819	
Eisen	0,1100	3,392	0,3731	
Kobalt	0,1498	2,46	0,3685	
Schwefel	0,1880	2,011	0,3780	

B) Uebersicht der Eigenwärmen verschiedener Gase.

	Bei gleichen Raumsumfängen:	Bei gleichen Gewichten:	Wasser = 1:	Name der Beobachter.
Atmosphärische Luft	1,0000	1,0000	0,2669	De Laroche u. Be-
Wassergas	1,9600	3,1360	0,8470	rard (Ann.
Sauerstoffgas	0,9765	0,8848	0,2361	de Chimie.
Stikgas	1,0000	1,0318	0,2754	V. LXXXV.
Oxydirtes Stikgas	1,3503	0,8878	0,2369	72 - 224).

Kohlenoxydgas	— 1,0340	— 1,0805	— 0,2884	— - -
Kohlensäuregas	— 1,2583	— 0,8280	— 0,2210	— - -
Oelbildendes Gas	— 1,5530	— 1,5763	— 0,4207	— - -
Wasserstoffgas	— 0,9033	— 12,3401	— 3,2936	— - -

C) Uebersicht der Eigenwärmen verschiedener theils tropfbarer theils starrer Materien.

	Eigenwärme (die des Wassers = 1,00000)		Namen der Beobachter.
Merkur —	0,02900	—	Lavoisier und
Bley —	0,02819	—	Laplace
Zinn —	0,04754	—	- -
Eisenblech —	0,11051	—	- -
Krystall-Glas (bleifreies) —	0,19290	—	- -
Gebrandter Kalk	0,21689	—	- -
Schwefelsäure (1,87 Eigenw.)	0,33460	—	- -
Salpetersäure (1,23 Eigenw.) —	0,66139	—	- -
Schwefel —	0,20850	—	- -
Baumöl —	0,30961	—	- -
Salpeterlösung (Salpeter 1, Wasser 8)	0,81670	—	- -
Kalkwasser —	0,3346	—	Lavoisier
Eis —	0,90000	—	Kirwan
	0,80000	—	Irwine
Kohlensaures Ammoniak —	0,95	—	Dalton
Kochsalz —	0,23	—	- -
Kochsalzlösung (Wasser 8, Kochs. 1)	0,83200	—	Kirwan
Kohlens. Kali (1,30)	0,75	—	Dalton
Lös. des schwefels. Natron (Wasser 2,9, schwef. Nat. 1)	0,728	—	Kirwan

Salzsäure (1,153)	—	0,60000	—	Dalton
Essigsäure (1,056)	—	0,66	—	- -
Tropfbares Ammoniak (0,948)	—	1,03	—	- -
Alkohol (0,848)	—	0,76	—	- -
- - (0,817)	—	0,70	—	- -
- - (- -)	—	0,64	—	Leslie
Schwefeläther { von 0,76		0,66	—	Dalton
Schwefeläther { und 0,729		0,54329	—	Rumford
Terpentinöl	—	0,33856	—	- -
Erdnaptha	—	0,41519	—	- -
Holzfaser von Pinus sylvestris	—	0,65	—	Mayer
Pinus Abies	—	0,60	—	- -
- - piccea	—	0,58	—	- -
Quercus Robur	—	} 0,51	—	- -
- - sessilis	—			
Fraxinus excessior	—	0,51	—	- -
Fagus sylvatica	—	0,49	—	- -
Carpinus Betulus	—	0,48	—	- -
Betula alba	—	0,48	—	- -
- - alnus	—	0,53	—	- -
Pyrus communis	—	0,50	—	- -
- - Malus	—	0,57	—	- -
Tilia europaea	—	0,62	—	- -
Steinkohle	—	0,28	—	Dalton
Holzkohle	—	0,2631	—	Crawford
Abgeschwefelte Steinkohle		0,1923	—	- -
(Dieselbe Art unabgeschwefelt)	—	0,2777	—	- -
Baumwolle	—	0,53	—	Mayer
Arterielles Blut	—	{ 1,0300	—	Crawford
		{ 0,913	—	John Davy
Venöses Blut	—	{ 0,8928	—	Crawford
		{ 0,903	—	John Davy
Kuhmilch	—	{ 0,9999	—	Crawford
		{ 0,98	—	John Davy
Kalkhydrat	—	0,40	—	Dalton
(Gebrandter Kalk	—	0,30	—	- -)
Kreide	—	0,27	—	- -

Flintglas	—	0,19	—	- -
Zinkoxyd (Zink-Blumen)		0,1369	—	Crawford
Zink	—	0,0943	—	- -

Zur Erläuterung obiger Tabellen mögen noch folgende Bemerkungen dienen:

a) Auf Boerhave's Veranlassung goſs Fahrenheit 1 Pfund Wasser von 212° F. zu 1 Pt. Wasser von 32° F.; die erfolgte Temperatur des Wassers war 122°. Die Differenz der beiden früheren Temp. ist 212° — 32° = 180°; die Hälfte dieser Differenz = 90° erhebt das Wasser von 32° zu 122 und stimmt jenes von 212° zu 122 herab und giebt so für beide eine durch die Menge ihrer raumerfüllenden Materie geordnete mittlere Temperatur. Als F. hingegen gleiche Maaſse laufendes Merkür und Wasser mengte, so stieg die Temperatur des Gemenges höher, als das arithmetische Mittel beider Temperaturen besagte, wenn das Wasser der heissere und umgekehrt fiel sie „tiefer", wenn es der ursprünglich kältere Mengtheil gewesen war, und nur wenn 3 Maaſs Merkur mit 2 Maaſs Wasser von ungleicher Temperatur gemengt wurde, fiel die neue gemeinschaftliche Temperatur so aus, als ob gleiche Mengen ungleich heiſsen Wassers vereint worden wären. Boerhave: Element. Chem. Basil. MDCCXIV. T. I. 269 sq. u. oben S. 573.

b) Boerhave folgerte aus diesen Vers. irrig, daſs die Wärme sich in den Raumerfüllern im Verhältniſs ihrer Raumsumfänge vertheile; Black zeigte dagegen, daſs die Menge der in den ungleichartigen Substanzen vorhandenen Eigenwärme, weder ihren Gewichten noch ihren Raumsumfängen correspondire, sondern durch die Intensität der Anziehung bestimmt werde, welche die ungleichartigen Gewichtigen gegen die Wärme äussern (Black's Vorles. übers. von L. v. Crell. I. 102 ff. u. 364 ff.) und indem er ebenfalls durch Mengung der ungleich warmen Verschiedengearteten die Eigenwärme derselben bestimmte, stützte er dieses Verfahren auf den Folgesatz, daſs die in jeder der beiden (ursprünglich ungleich warmen) Ungleichartigen durch die Mengung erzeugte Temperaturänderung, im ungekekrten Verhältniſs mit ihrer Eigenwärme stehe, und daſs man diese mithin in Zahlen auszudrücken vermöge, wenn man — die des Wassers gleich 1 gesetzt — das Gewicht des Wassers (als der einen von beiden Substanzen) dnrch seine Temperaturänderung multiplicire, ebenso mit der anderen Substanz verfahre, und hierauf das erste Product durch das zweite dividire; der Quotient giebt dann die Eigenwärme der anderen Substanz. Irwine d. ä. und d. j. (Black's Schüler) und Crawford verfolgten diesen Gegenstand auf

gleiche Weise (s. oben S. 573.) und beide, wie BLACK, bezeichneten das Vermögen der Ungleichartigen durch ungleiche Wärmemengen gleiche Temperatur (oder durch gleiche Wärmemengen ungleiche Temperaturen) zu erlangen, durch den Ausdruck: Capacität der Körper für die Wärme; vergl. BLACK u. CRAWFORD's angeführte Schriften. WILKE, mit großer Genauigkeit ähnliche Versuche anstellend, führte zuerst den Ausdruck specifische Wärme ein, und nannte KLINGENSTIERNA als den, der zuerst die Verschiedenheit der Materien hinsichtlich der specifischen Wärme lehrend nachgewiesen; Kongl. Vetenskaps Acad. nya handlingar. II. 1781. p. 49.

c) WILKE hieng zuvor genau gewogenes Metall (gewöhnlich 1 Pf. desselben) freischwebend an einem Faden so lange in kochendes, von einem zinnernen Gefäße getragenes Wasser, bis es eine gewisse, unmittelbar darauf thermometrisch bestimmte Temperatur erlangt hatte, hob es nun schnell heraus, tauchte es darauf auf gleiche Weise in (auch in einem Zinngefäße befindliches) Wasser von 32° F., und liefs es hierin so lange, bis Metall und Wasser gleiche Temperatur hatten. Aus der hiebei eintretenden Temperaturänderung des letzteren, ursprünglich eiskalten Wassers, berechnete er dann die Gröfse der Eigenwärme des Metalls.

d) Dem letzteren Verfahren nachgebildet, ist das von LAVOISIER u. LAPLACE befolgte, nur dafs diese Physiker nicht eiskaltes tropfbares Wasser, sondern Eis zum Wärmemengen-Bestimmer wählten, indem sie mittelst ihres Calorimeters (S. 574.) genau auszumitteln sich bemühten, wie viel Eis in getrennten Versuchen von gleichen Mengen der hinsichtlich ihrer Eigenwärme zu bestimmenden Substanz und des (zuvor mit derselben zu gleicher Temperatur erhobenen) tropfbaren Wassers geschmolzen werden; s. oben a. a. O. Dieselben Bestimmungen wurden auch möglich, als man auf dem Wege des Versuchs fragte: wie grofs die Mengen der verschiedenen zu prüfenden Ungleichartigen seyn, welche z. B. von einer Temperatur = 75° C. erforderlich sind, um 1 Pf. Eis zu schmelzen, wenn vorausgesetzt werden kann, dafs um die eben bemerkte Menge Eis zu schmelzen 1 Pfund Wasser von 75° C. nöthig ist. CAVENDISH setzte die Wärmemenge des zur Schmelzung gleichen Mengen Eises nöthigen Wassers auf 150° F., WILKE auf 130° F., BLACK gleich 140°, LAVOISIER und LAPLACE gleich 135 Graden der FAHRENHEIT'schen Scale, = 75° C. — BLACK nannte die Zustandsänderung, z. B. Schmelzung oder Vergasung erzeugende, seiner Ansicht gemäfs dabei der chemischen Bindung unterliegende Wärme, die verborgene, und leitete von derselben nicht nur das Flüssigwerden, sondern

auch die verschiedenen Grade der Weiche, Biegsamkeit und Hämmerbarkeit der Starren ab). Laplace's Calorimeter besteht aus drei in einander stellbaren metallenen Hohlcylindern, deren innerster ein von mehreren Eisenstangen getragenes Eisendrathnetz darstellt, das dazu bestimmt ist, den zu prüfenden Körper aufzunehmen, und welches mit einem Deckel von demselben Metalle verschlossen werden kann; der mittlere Hohlcylinder, den vorhergehenden umgebend, ist innerhalb des zwischen beiden befindlichen Zwischenraums mit Eis erfüllt, welches von einem Eisenroste getragen wird, und eine gleiche Ausfüllung erhält auch der äusserste Cylinder, um die Mitwirkung der äusseren Wärme der Umgebungen möglichst zu beseitigen. Gewöhnlich wird die zu prüfende Materie zuvor bis zu 100° C. oder 75° C. erhitzt und dann sogleich, umhüllt von einem dünnen Gefäfse, in den innersten Hohlcylinder gebracht. Die der allmählig erkaltenden Materie entgehende Wärme, schmilzt mehr oder weniger von dem Eise des mittleren Cylinders, und das dadurch entstandene tropfbare Wsser fliefst durch das Drathnetz und Sieb ab, und fällt durch den konischen Trichter und dessen mit einem Hahne verschliefsbaren Röhre in ein darunter stehendes Sammelgefäfs. Während des ganzen Versuchs darf die Temperatur der näheren Umgebungen des Apparats nie unter 32° und nie über 41° F. seyn, weil sonst im ersteren Fall das Eis des mittleren Raumes zu schnell schmelzen und im letzteren der entstehende Luftstrom, beim Durchgange durch den Apparat, demselben Wärme entführen würde. Wedgwood fand aber, als er hieher gehörige Versuche wiederholte, dafs das geschmolzene Eis keinesweges ganz abflofs, sondern zum Theil wieder gefror und dadurch dem übrigen geschmolzen bleibenden den Ausweg versperrte; Phil. Transact. Vol. LXXIV. 376. — Dieselbe Vorrichtung wurde von Lavoisier auch benutzt, um die Mengen der Wärme zu bestimmen, welche beim Verbrennen verschiedener brennbarer Materien entwickelt werden. Zu gleichem Zwecke benutzte Crawford eine eigenthümliche, und Dalton eine auch auf Eisschmelzung gründende, dem Calorimeter aber vorzuziehende Vorrichtung, welche man nebst den Hauptergebnissen seiner Versuche, unter andern auch S. 182 — 184. meiner Einleitung in die neuere Chemie (Halle 1814. 8.) beschrieben und zusammengestellt findet. Unter andern folgt aus diesen Versuchen, dafs die beim Verbrennen entweichende Wärmemenge um so gröfser ist, je gröfser die Menge des Verbrenners (z. B. des Sauerstoff's) war, welche von dem Brennbaren aufgenommen wurde. Z. B. 1 Pf. Wasserstoff verbrannten in Dalton's Vers. mit 7 Pf. Sauerstoff zu 8 Pf. Wasser und brachten dadurch 400 Pf. Eis zum Schmelzen; 1 Pf. Kohlenwasserstoff forderte hinge-

gen nur 4 Pf. Sauerstoff um (zu wässriger Kohlensäure) zu verbrennen und wandelte dadurch nur 85 Pf. Eis in tropfbares eiskaltes Wasser um. — Indefs kämpft Daltons Verfahren mit einer andern nicht viel geringeren Schwürigkeit, deren gänzliche Beseitigung, auf dem von Dadton und schon früher von Leslie befolgtem Wege fast unmöglich wird, nemlich mit dem Entstralen (und „Entleiten") der Wärme während des Versuchs; Unvollkommenheiten denen freilich auch das gewöhnliche Calorimeter mehr oder weniger unterworfen bleibt, und die Dalton in seinen erwähnten Angaben hinsichtlich ihrer Gröfsen ohngefähr zu schätzen bemüht war. Leslie selbst entlehnte seine Methode der Eigenwärme-Bestimmung von Mayer, indem er, wie dieser, aus der Zeit des Abkühlens desselben Rauminhaltes verschiedener Materien (insbesondere trockner Hölzer) auf deren Leitungsvermögen für die Wärme schlofs, und das Mayersche Gesetz zum Grunde legte, dem zufolge die Eigenwärme der Materien sich umgekehrt verhält, wie ihr Wärme leitendes Vermögen, vervielfältigt mit dem Eigengewichte der Materien (A a seyen zwei Ungleichartige, L l ihre Leitungsvermögen, M m ihre Eigengewichte und C c ihre Eigenwärmen, so sind diese letzteren, also $C : c = \frac{1}{LM} : \frac{1}{lm} = l\,m : L\,M$). Leslie schlofs bei seinen hieher gehörigen Versuchen die zu bestimmenden Materien nach einander in eine und dieselbe Hülle, und setzte das Hindernifs für die Wärmeentstralung bei allen Materien gleichwerthig. Ueber Gr. Rumford's Vers. s. Gilbert's Ann. XLV. 306. Ueber Dalton's Einwürfe gegen die von Crawford, Gadolin u. A. befolgten Verfahren und über D's merkwürdige Folgerungen über die Art wie der Wärmestoff angeblich in den Gasen gebunden (gezogen) und angehäuft existirt; meine Einleitung S. 186 u ff. Dalton's Tabelle über die Eigenwärmen und aus deren Werthen abgeleitete, die Natur der Grundstoffe betreffende Folgerungen; ebendas. S. 190 u. ff. Unter andern suchte auch Dalton (gegen Crawford) zu zeigen, dafs die (Wärmefassnngs-Fähigkeit) und mithin die Menge der Eigenwärme aller Materien mit der Temperatur zunehme und Dülong's und Petit's hieher gehörige Versuche gaben folgende, merkenswerthe Resultate: Die Wärmefasssungsfähigkeit (Capacit. für die Wärme) steigt bei nachstehenden Materien mit der Temperatur in den neben bemerkten Werthen:

Eigenwärme	zwischen 0° und 100° C.		zwischen 0° und 300° C.
Merkur	0,0330	—	0,0350

Kupfer	0,0949	—	0,1013
Zink	0,0927	—	0,1015
Stibium	0,0507	—	0,0549
Silber	0,0557	—	0,0611
Platin	0,0335	—	0,0355
Glas	0,1770	—	0,1900

Aenderung in der Gröſse der Raumerfüllung, in dem Zustande und der Mischung einer und derselben Substanz, verändern auch die Wärmefassungsfähigkeit derselben.

e) Während in Leslie's und Dalton's die Eigenwärme-Bestimmung betreffenden Abkühlungsversuchen, zwar der Einfluſs des verschiedenen Wärmestralungs-Vermögens beseitigt, hingegen die ungleiche Leitungsfähigkeit der zu vergleichenden Substanzen einer genügenden Beachtung nicht unterzogen wurde, suchten späterhin Dulong und Petit in ihren Versuchen auch dieses Hinderniſs einer genauen Ausmittelung der Eigenwärme-Gröſsen zu entfernen. Erwägend, daſs der Einfluſs der ungleichen Leitung zwar um so geringer ausfallen muſs, je kleiner das Volum der zu untersuchenden Substanz, und je langsamer die Wärme-Entlassung (Zerstreuung) statt hat, diese aber umgekehrt in dem Maaſse beschleunigt wird, als man die erstere Bedingung, die der Volumsminderung, eintreten läſst, suchten sie auf folgende Weise die Lösung der allerdings schwürigen Aufgabe zu erreichen. α) Die Beobachtungen begannen erst dann, als die Temperatur der Substanz jene der Umgebungen nur um einige Grade übertraf; β) die Versuche wurden mit allen Substanzen bei derselben Temperatur angestellt, und dadurch jene Unsicherheiten vermieden, welche die Theilung des Thermometers veranlassen könnte. Das Thermometer selbst wurde mit einem guten Vergröſserungsglase beobachtet, so daſs ein Irrthum um mehr als $\frac{1}{100}$ Grad nicht füglich eintreten konnte; ein geringerer Irrthum als um $\frac{1}{100}$ Grad ist aber hinsichtlich der Eigenwärme eine Unsicherheit, die unbeachtet bleiben kann; γ) alle Versuche wurden in einem Intervalle von 10° und 5°, um welche die Temperatur der Substanz jene der Umgebungen überstieg, ausgeführt; δ) die Temperatur des umgebenden Mittels blieb in allen Fällen und während der ganzen Dauer jedes Versuchs dadurch dieselbe, daſs man jedesmal die zu prüfende Substanz in einen Behälter mit dünnen, im Innern geschwärzten Seitenwänden einschloſs, und denselben von allen Seiten mit einer dichten Schicht thauenden Eises umgab; ε) um die Schnelligkeit des Erkaltens noch mehr zu vermindern, wurden die festen Körper fein gepulvert, in ein dünnwandiges, cylin-

drisches, wenig Rauminhalt besitzendes Silbergefäfs stark eingedrückt, dafs Gefäfs dann in die Mitte des oben bemerkten Behälters gestellt, und in diesem die Luft so stark verdünnt, dafs sie nur eine Spannkraft von ungefähr einer Linie äusserte. In der Axe des Silbergefäfses befand sich der Behälter eines Thermometers, das dazu diente, den Gang des Erkaltens anzugeben. — Um die hiedurch gewonnene Verlangsamung des Erkaltens und Verminderung der Massengröfse der untersuchten Substanzen beurtheilen zu können, darf nur bemerkt werden, dafs z. B. bei den dichtesten Substanzen, dem Platin und dem Golde, die Massengröfse 30 Gran nicht übertraf, und dafs die kürzeste Erkaltungsdauer mindestens 15 Minuten betrug.

f) Aus der Tabelle A (oben S. 575.) ergiebt sich, dafs die Eigenwärme der Grundstoffe mit ihren stöchiometrischen Werthen im umgekehrten Verhältnifs stehen; denn, wie auch die Tabelle zeigt, man erhält für alle Grundstoffe (sehr nahe) dieselben Producte, wenn man die stöchiometrische Zahl jedes der dort genannten Grundstoffe mit der zugehörigen Zahl der Eigenwärme multiplicirt. (Zu einem ähnlichen Ergebnisse gelangte Meinecke für die einfachen Gase schon früher, und ich folgte ihm hierin S. 27. meiner Vergl. Uebers. des Systems der Chemie. Halle 1821. 4. Es wird nemlich a. a. O. gezeigt, dafs sich die Dichten der einfachen Gase verhalten wie ihre stöchiometrischen Werthe, und umgekehrt wie ihre Eigenwärmen).

g) Mischt man (Dalton's Beobachtungen gemäfs; m. Einl. in der neuern Chem. S. 186.) 1 Maafs Wasser von irgend einer Temperatur, mit einem Maafs Wasser von einer andern Temperatur, so ist das Volum des Gemisches kleiner, als die Summe der Volumen beider Maafse, mithin auch die Wärme-Capacität des Gemisches um etwas geringer und somit die Temperatur desselben um etwas höher, als sie im Mittel seyn sollte; vergl. de Luc's hieraus entlehnte Einwürfe gegen die Thermometerscale, in Gilbert's Ann. XIV. 288. und oben S. 558 ff. Es scheint aber jene Volumsminderung nicht sowohl durch das Wasser als solches, sondern durch die mit im Spiele seyende atmosphärische Luft bewirkt zu werden; denn es verschluckt das Wasser in den verschiedenen Graden seiner Erwärmung verschiedene Mengen Luft, und theilt sich nach Maafsgabe der höheren oder geringeren Temperatur auf ungleiche Weise in die verschiedenen, zur atmosphärischen Luft gehörigen Gase, so dafs z. B. das kältere Wasser durch Erwärmung mittelst des heisseren: atmosphärisches Gas mit einem Stikgasgehalt entläfst, der den der gewöhnlichen Luft

um ein merkliches übertrifft, und dagegen eine an Sauerstoff reichere Luft zurück behält.

h) Daſs nicht einerlei Ziehgewalt für die Wärme als bindend erscheint, ist bereits im Vorhergehenden (S. 567. u. I. Einleit.) bemerkt worden; die Betrachtung der Wirkungen, welche die Wärme auf die verschiedenen Materien ausübt, wird uns weiter unten in den Stand setzen, die Arten jener Ziehgewalt näher zu bestimmen. Vorbereiten zu diesen Bestimmungen mögen die für diesen Abschnitt noch übrigen Betrachtungen der Wärmemittheilung, die entweder durch Leitung oder durch Stralung, oder, wie gewöhnlich durch beiderlei Fortpflanzungsweisen der Wärme erfolgt.

5) Jede Mittheilung der Wärme zwischen gegenseitig sich berührenden Massen, erfolgt anfänglich gewöhnlich schneller (und zwar um so schneller, je gröſser der Unterschied der respectiven Temperaturen ist), als späterhin, wo sich die Massen der Temperaturgleichheit nähern. Den verschiedenen Beobachtungen gemäſs, stehen die Wärmemengen, die ein Körper nach einander in kleinen Zeiträumen verliert, mit dem Temperaturunterschiede der Umgebung in Verhältniſs, und die Temperatur der heiſsen Materie würde in einer geometrischen Progression sich vermindern, während die Zeit in einer arithmetischen zunehme, wenn die Umgebung eine unbegrenzte Leere wäre. In dem begrenzten leeren Raum, wird hingegen die Materie wiederum mehr oder weniger dadurch erwärmt, daſs die von ihr ausgegangene Wärme von den Umgrenzungen ihr zum Theil wieder zustralt. Ueber den Unterschied der Ab- Zu- und Innenleitung der Wärme, vergl. auch m. Grundzüge S. 350. Vergl. Newton Princip etc. L. III. Prop. VIII Cor. IV. Lamberts Pyrometrie. §. 255. Richmann in den Nov. Comment. Petrop. 191. Irwine a. a. O. Dülong u. Petit a. a. O.

§. 180.

Erfahrung lehrt, daſs verschiedene Materien durch eine und dieselbe wärmende Substanz in verschiedenen Zeiten warm werden, und die empfangene Wärme durch ihre Masse verbreiten. Man nennt dieses: die ungleiche Leitungsfähigkeit der Materien für die Wärme; und ein Körper ist ein so besserer Wärmeleiter, je

schneller er die Wärme in sich fortpflanzt und mittheilt, und in je kürzerer Zeit er einen von ihm eingeschlossenen heissen Körper abkühlt. Schlechte Wärmeleiter nennt man gewöhnlich warmhaltende Körper.

1) Seidene und wollene Kleider halten wärmer als baumwollene und leinene; Federbetten wärmer als baumwollene Decken; Strohdächer im Winter wärmer und im Sommer kühler als Schindel- Ziegel- und Metalldächer. Eisgruben mit hölzernen und strohernen Bekleidungen halten äussere Wärme besser ab, als die mit steinernen Wänden versehenen. Hohle papierne (aus zwei ruhige Luft einschliefsenden Papierwänden bestehende) Ofenschirme, sind zweckmäfsiger als metallene; eben so halten zwei Hemden, doppelte Strümpfe etc. (vorzüglich wegen der zwischen schlechten Leitern gelagerten Luft) ferner die mit dünnen Filz- oder Pferdehaarsohlen ausgelegten, oder inwendig mit Rindsblase bekleideten Schuhe und Stiefel, ungewöhnlich andauernd warm. Tapezierte Zimmer sind wärmer, als untapezierte, und ist zugleich die Zimmerdecke mit Tapeten überzogen, während den mit Oelfarbe angestrichenen trocknen Fufsboden ein Fufsteppich überall bedeckt und Doppelfenster eine ruhige Luftschicht von beträchtlicher Dicke einschliefsen; so ist solch ein (überall von sehr schlechten Wärmeleitern eingeschlossenes) Zimmer mit äusserst wenigem Brenn- oder Reibungswärmematerial (oben S. 565) zu heitzen, und hatte man Wände und Fufsboden (unterhalb der Dielen) durch Bestäuben und dünnschichtiges Bedecken mit gepulvertem gebrandten Kalk gegen Andrang der Feuchtigkeit vollkommen geschützt, und den Tapeten eine Unterlage von dem Wasser nicht adhärirendem Papier gegeben (I. Cap. III.), so kann auch äussere Feuchte keine Wärme entziehen. Ein an einem Ende glühender Drath verletzt die das entgegengesetzte Ende berührende Hand, während ein an einem Ende brennender Holzspahn (von gleicher Länge) oder eine schmelzende Siegellackstange, am anderen Ende ohne Gefahr gehalten werden kann. Mit Schnee bedeckter Boden bleibt im Winter wärmer, als der zu gleicher Zeit von Schnee entblöfste, von der Luft unmittelbar berührte. Mit Hanf- und Flachs-Hechelspänen und Kohlenpulver hinreichend stark unterlegte Fufsböden (die unter diesen Bedingungen gegen Holzschwamm schützen) sind nie kältend. Kellerwölbungen mit lufthaltenden hohlen Doppelwänden, deren jede in besonderen Zwischenräumen frisch gebrandten Kalk einschliefst, sind sehr warm und vollkommen trocken, wenn ihr gemauerter Fufsboden ebenfalls mit

einer starken Schicht gepulverten Aetzkalks unterlegt war. Anwendung auf den Bau der Kasematten, massiver Wohnhäuser, der Fufsböden und Wände der Kirchen etc. Einrichtung und Bedeckung der Mistbeete. Umwickeln der Bäume mit Stroh. Umwickeln der Füfse mit Papier, um sie (in Stiefeln) gegen das Erfrieren zu schützen. Metalle fühlen sich unter gleichen Umständen kälter an als Holz. Unterschied der Kälte der Steine beim Berühren der Wangen. Glas, das im Innern annoch glüht, läfst sich unter Wasser ohne Verletzung berühren. Ueber mehrere hieher gehörige Fälle s. m. Grundzüge S. 547. Ist ein Körper von sehr schlechten Wärmeleitern dicht umkleidet, und bilden diese ausserhalb eine sehr glatte, zugestralte Wärme reflectirende Oberfläche, so wird dem Körper (bei sonst gleichbleibenden Umgebungen) die verhältnifsmäfsig geringste Wärmemenge zugeführt. Das Waschwasser der sogenannten Unverbrennlichen und viele hieher gehörige Erscheinungen; a. a. O. Feuerfeste hölzerne Häuser, Steinpappe etc. ebendas. S. 548. Die erhitzten Körper erkalten im Merkur am schnellsten, minder schnell im Wasser, noch langsamer in der Luft. — Im allgemeinen scheinen die Körper um so schlechtere Wärmeleiter zu seyn, je flüssiger, flüchtiger, durchsichtiger, weniger dicht und farbenloser sie sind, und bei organischen Stoffen, je höher der Standpunct war, den sie als organisches Compositum in der Reihe organisirter Körper einnahmen, vergl. Kastners Grundr. d. Chem. 309.

2) Die Leitungsfähigkeiten der Materien, verhalten sich dem Obigen gemäfs, wie die Zeiten, in denen sie (bei übrigens gleichen Umständen) von ihnen eingeschlossene erhitzte Körper abkühlen. Hierauf sich stützend hat man die Leitungsvermögen verschiedener Körper durch Versuche ausgemittelt, und das Leitungsvermögen eines bestimmten Stoffes zum vergleichenden Maafsstabe wählend, ihr gegenseitiges Verhältnifs (gleich jenem ihrer specif. Wärme) in Zahlen auszudrücken sich bemüht. Bezeichnen wir die Leitungsfähigkeiten zweier Körper durch L und l; die Zeiten, in welchen sie eine bestimmte Temperatur annehmen oder verlieren durch T und t; die Fähigkeiten überhaupt Wärme aufzunehmen (oder ihre Anziehungen zu dem sogen. Wärmestoff) mit A und a, und die Mengen ihrer specif. Wärme mit S und s; so ist

$$T : t = l : L$$
$$l : L = A : a$$
$$A : a = S : s.$$

3) Unter allen Materien sind die Metalle die besten Wärmeleiter. Eine mit dem abstehenden Ende in geschmolzenes Bley getauchte 20 Zoll lange Eisenstange, braucht 4 Minuten Zeit, ehe sie mit ihrem ent-

gegengesetzten Ende das hier zur Berührung gebrachte Thermometer zum Steigen bringt. Nach Richmann ist Bley der beste Wärmeleiter; hierauf folgen Zinn, Eisen, Kupfer und Messing. Er liefs sich zu dem Ende metallene Kugeln von gleichem Volumen mit gleichen cylindrischen Höhlungen machen, füllte die Höhlungsn mit einer Flüssigkeit, stellte die Kugel eines Thermometers hinein, erhitzte nun die metallenen Kugeln bis auf einen bestimmten Grad, und liefs sie hierauf, in freier Luft hangend, abkühlen. (R. in den Nov. Comment. Petrop. III. 308. IV. 241.) Franklin schlug vor, Dräthe verschiedener Metalle mit Wachs oder Talg zu überziehen, sie dann in heisses Oel oder geschmolzenes Bley zu senken, und die Zeit zu bemerken, in der die Abschmelzung des Wachses an jedem Drathe erfolgte. Ingenhouss (in s. seinen vermischten Schrift. II. und im Journ. de Phys. T. XXXIV. p. 68.) befolgte diesen Vorschlag, und wollte gefunden haben, dafs unter den Metallen Silber am besten, Bley am schlechtesten leite und dem ersteren zunächst Gold, Kupfer und Zinn, dann aber in einem weiten Abstande Platin, Eisen und das (dem Bley zunächst stehende) Stahl folgen. Mayer schliefst aber aus diesen Versuchen gerade das Gegentheil; denn je besser das Metall innen leitet, um so schneller mufs die das Wachs schmelzende Wärme sich der umgebenden Luft mittheilen. Mayer (v. Wärmestoff und v. Crells chem. Ann. 1798. I. 443.) operirte (auf ähnliche Weise wie Richmann) mit verschiedenen stark ausgetrockneten Hölzern, und fand das Verhältnifs der Innenleitung der Hölzer zu derjenigen des Wassers (= 1,000 gesetzt) im umgekehrten Verhältnisse ihrer specifischen Wärme:

Eigengewicht.		Eigenwärme.	Wärmeleitung.
Wassee	1,000	1,00	1,00
Ebenholz	1,054	0,43	2,17
Weifsbüchen	0,690	0,48	3,23
Pflaumenbaum	0,687	0,44	3,25
Sommereichen	0,668	0,45	3,26
Birnbaum	0,603	0,50	3,32
Föhren	0,495	0,58	3,75
Tannen	0,447	0,60	3,89 etc.

Vergl. a. a. O. Den Metallen folgen hinsichtlich der Innenleitung: Demant, Topas, Glas, Porzellan (?) gebrandte Backsteine, Ziegel etc. Noch schlechter als die Holzarten leiten: Holzkohle (vorzüglich wegen häufig eingesogener adhärirend eingeschlossener Luft) Federn, Seide, Wolle und Haare. Jeder, auch der schlechteste feste Wärmeleiter, leitet aber nicht blos in seinam Innern (wo Innenspiegelung und Wär-

mebeugung oder Ablenkung geringe Modificationen der Leitungsgüte zu erzeugen vermögen; m. Grundzüge S. 350 351.), sondern auch auf seiner Oberfläche. An der Oberfläche selbst wird aber ein beträchtlicher Theil der dort vorhandenen Leitungswärme, sowohl durch Ausstralung, als auch durch diejenige Luft entführt, welche den festen Oberflächen- und innern Gegenflächentheilchen adhärirte, darauf aber durch Verbindung mit Wärme in ihrer Adhäsion gemindert und in Folge der ihr gewordenen Wärmeausdehnung verdünnt, und mithin eigenthümlich leichter geworden ist, weshalb sie entweder in der umgebenden dichteren Luft in die Höhe gedruckt wird, oder, wenn die Umgebung leer war; sich in dieser verbreitet. Rumford (in Grens N. Journ. d. Phys. IV. 418. u. Ann. d. Phys. I. 214. V. 288. u. R's Abhandl. über die Wärme. Berlin 1805. 8. S. 16 u. ff.) folgert ebenfalls aus seinen Vers. (über feste zu Kleidungsstücken dienende Substanzen verglichen mit der Leitung der Luft), dafs die Wärmeleitungsfähigkeit im verkehrten Verhältnisse der beob. Zeiten (und der Feinheit des Gewebes), dagegen ihr wärmehaltendes Vermögen im geraden Verhältnisee derselben stehe:

Zeiträume der Abkühlung.		Wärmeleitung.
Luft	576	1,0000
Feines Leinen	1032	0,5581
Baumwolle	1046	0,5506
Schaafwolle	1118	0,5152
Rohe Seide	1284	0,4485
Castorfell	1296	0,4444
Eiderdunen	1305	0,4413
Hasenfel	1315	0,4380

Als R. einen silbernen Löffel über eine brennende Wachskerze inwendig mit Rufs beschlagen, und dann einen Wassertropfen hineinfallen liefs, bemerkte er, dafs der möglichst erhitzte Löffel dennoch den (nicht adhärirenden kugeligen) Tropfen nicht zum Sieden brachte; was theils von der schlechten Leitung der Kohle, theils von der des Wassers, vorzüglich aber von der starken Wärme-Ausstralung des Rufses zeugte, und den Mangel an hinreichender Berührung zwischen Wasser und Unterfläche darthut. R. leitet überhaupt die Leitung der unmetallischen Flüssigkeiten von ihrer Bewegung ab, in der sie sich befinden; im ruhenden Zustande sind sie sehr schlechte Wärmeleiter. (Erkältung durch Luftzug; Theils indem der Luftstrom die Wasserverdampfung befördert, Theils indem die vorüberströmende Luft in ununterbrochener Erneuerung Wärme entzieht, und damit aufschnellt etc.)

Nach seinen älteren Beobachtungen, steht die Wärmeentziehungsfähigkeit einiger Gase in folgendem Verhältnisse zu der Leitungsfähigkeit des Wassers und des Merkurs.

	Wärmeentziehungsfähigkeit gegen die des Merkurs = 1,000	Wärmeentziehungsfähigkeit gegen die des Wassers 1,000
Merkur	1,000	3,194
Feuchte Luft	0,330	1,051
Wasser	0,313	1,000
Atmosphär. Luft von gewöhnl. Dichtigkeit = 1 —	0,08041	0,256
Verdünnte Luft von einer Dichtigkeit = $\frac{1}{4}$ —	0,08023	0,255
— — — — = $2\frac{1}{4}$ —	0,078	0,249
Torricellische Leere —	0,055	0,169

Rücksichtlich der T. Leere verdient indeſs bemerkt zu werden, daſs hier eigentlich nur die Gröſse der Wärmeausstralung des in der Leere befindlichen heissen Körpers gemessen worden ist, die weit beträchtlicher ausgefallen seyn würde, wenn die Hülle jener Leere nicht wieder einen Theil der Wärme zurückgestralt hätte, während sie einen andern Antheil derselben leitend entführte: dasselbe gilt auch von Pictets hieher gehörenden Beobachtungen, vergl. P.s Versuche über das Feuer. Cap. 4 — 6. — Achards Vers. über die Leitung tropfbarer Flüssigkeiten in v. Crells Ann. 1787. II. 139. 292; nach Art der Richmannschen angestellt und zu ähnlichen Resultaten führend, zeigen, daſs die Leitungsfähigkeit tropfbarer Flüssigkeiten im umgekehrten Verhältniſs ihrer specif. Wärme stehe. — Auch vergl. man noch Guyton in Scherers A. Journ. d. Chem. I. 411. A. v. Humboldt über die chem. u. phys. Grundsätze der Salzwerkskunde (zugleich enthaltend mehrere Anwendungen von der richtigen Kenntniſs der Wärmeleitung im gemeinen Leben); im Bergmännischen Journ. herausgeg. von Köhler u. Hoffmann 1792. 1. u. 2. St. — Eine ausführliche Tabelle über die Wärmeleitung mehrerer Substanzen, vergl. mit ihren Eigengewichten und Eigenwärmen, enthält m. Uebers. d. Syst. d. Chem. S. 51. Ueber Rumfords Behauptungen, daſs ruhige Flüssigkeiten gar nicht leiten (vergl. oben): Delucs Einwürfe in Gilberts Ann. I. 464. Socquets ebendas. VI. 407. Grimms a. a. O. VI. 361. Thomsons a. a. XVI. 2. 129. Parrots Prüfung ebend. XVII. 257. 369. XXII. 148. Murray

in Voigts Mag. f. Naturk. IV. 440. V. 70. Dalton in Gilberts Ann. XIV. 164. Rumford's Behauptung der Nichtleitung der unmetallischen Flüssigkeiten suchte Thomson dadurch zu entkräften, daſs er Wasser durch darauf gegossenes heisses Oel von oben nach unten erwärmte; indeſs dürfte diese Erwärmung Folge der Wärmestralung des dem Wasser nicht adhärirenden heissen Oels seyn, wiewohl Leslie aus seinen (weiter unten zu berührenden) Wärmestralungsversuchen folgerte, daſs heiſse Körper nur insofern Wärme ausstralen, als sie von Gasen umgeben sind. Sie stralen aber in der That auch innerhalb der Tropfbaren aus, wenn sie nur dem Tropfbaren nicht adhäriren. Da jedoch in der Regel die Adhäsion zwischen den heiſsen Materien und den umgebenden Tropfbaren mehr oder weniger beträchtlich ist, so kommt es allerdings in den meisten Fällen der Art nur zur sehr geringen Wärmeausstralung. Es fragt sich aber, ob neben der in Tropfbaren sehr geringen und in Gasen sehr beträchtlichen Ausstralung, die den Flüssigkeiten zukommende Wärme lediglich durch die oben bemerkte (ausdehnende) Wärmebindung, oder auch durch wirkliche Leitung innerhalb der flüssigen Substanz in ihnen fortgepflanzt wird? Thomsons schon erwähnter Versuch wird von den meisten Physikern als diese Frage bejahend genommen, und die ähnlichen Versuche des Dr. Trail (Nicholson's Journ. Vol. XII. 137.) scheinen diese Antwort zu besättigen. Trail fragte nemlich: wie viel Zeit wird erfordert, damit ein in der unteren Schicht des in dieser Hinsicht zu prüfenden Tropfbaren getauchtes Thermometer um 3° steige, wenn die obere Schicht der Flüssigkeit durch eine (in allen Versuchen dieselbe bleibende) cylindrische Eisenstange (von 1 Zoll Durchmesser) von 212° F. erhitzt wird? Die Antwort fiel:

In Mekur	binnen	0	Minuten und	15	Secunden
In gesättigter Lös. des schwefelsauren Natron	- -	6	- - -	30	- -
In Wasser	- -	7	- - -	5	- -
In Probespiritus	- -	8	- - -	0	- -
In Lös. von 1 schwefels. Eisen in 5 Wasser	- -	8	- - -	0	- -
In wässrige Lös. des basisch. kohlens. Kali	- -	8	- - -	15	- -
In Kuhmilch	- -	8	- - -	25	- -
In gesättigte Lös. des Alauns	- -	9	- - -	40	- -

In durchsicht. Baumöl - -	9 - - -	50 - -
In Alkohol der Londner Pharmakopoe - -	10 - - -	45 - -

Nimmt man an, dafs die Wärme in die Substanz der Durchsichtigen obiger Tabelle hineinstralte, dann aber während der Stralung von Schicht zu Schicht nicht leitend angezogen, sondern auf zuvor bemerkte Weise gebunden wurde, und specifisch leichtere Schichten bildete, die am schnellen Hinaufwirbeln mehr oder weniger dadurch gehindert wurden, dafs sie in allen senkrecht überliegenden Puncten dem Drucke von Schichten unterlagen, welche in ihrer Beweglichkeit auch durch die Adhäsion der Seitenwände des Gefäfses gemindert waren, so werden selbst noch die tiefsten Schichten durch Wärme ausgedehnt werden (welche sie an das Thermometer wieder abzugeben vermögen), sich jedoch allmählig (vermöge langsamen Aufschnellens) nach Oben begeben, und so — in Verbindung mit der ursprünglich in den oberen Regionen gebnndenen Wärme — von Unten nach Oben Zunahme der thermometrisch entziehbaren Wärme gewähren, und ein Leiten, in dem Sinne, wie z. B. die Electricität geleitet wird, und wie es bei der Wärme für feste Leiter (und metallisch undurchsichtige Flüssigkeiten) gegeben ist, dürfte bei den durchsichtigen Flüssigen nicht gegeben seyn. Zugleich folgt aber aus obigen Versuchen, dafs die verschiedenen durchsichtigen Flüssigkeiten ein ungleiches, ihrer Masse keineswegs proportionales, sondern im zusammengesetzten Verhältnifs ihrer Masse und ihres chemischen Ziehwerthes stehendes Anziehungs- und Bindungs-Vermögen für die Wärme besitzen. Eine solche Zusammensetzung der Zieh- und Bindungs-Wirksamkeit gegen die Wärme, befolgten Leslie's Untersuchungen gemäfs auch die Gase in ihrem Verhalten zur stralenden (von Spiegeln zurückgeworfenen) Wärme, indem z. B. atmosphärische Luft und Wasserstoffgas, bei gleichen Graden der Verdünnung ungleiche Mengen der stralenden Wärme hindurch liefsen. Das Leiten der Wärme ist zu vergleichen dem Adhäriren der Flüssigkeiten an Feste und wie z. B. Wasser in einem Schwamm sich von Fläche zu Fläche adhärirend (und eben darum sehr langsam) fortbewegt, so auch Wärme an festen Substanzen, ohne sich mit ihnen zu verbinden. Indefs ist kein Starres ohne Bindungsvermögen, sondern indem es einen Theil der Wärme leitet, bindet es auch einen Theil derselben, ihn auf seine (durch Berührung kälterer Substanzen veränderliche) Ausdehnung verwendend. Das eigentliche Leiten scheint überall ein Procefs zu seyn, analog dem electrischen oder magnetischen Vertheilen (vergl. Cap. IV. u. V.). In dieser Hinsicht ist auch der

Schiefsungsdrath der siderischen Kette belehrend, indem in ihm die Electricitäten jenen Wärmeantheil in seiner Wirksamkeit gegen den Krystallmagnetismus schwächen oder entfernen, welcher zuvor gegen jenen Magnetismus gerichtet, dessen freies Wirken begrenzte, oder mit sich selber ins Gleichgewicht stellend, aufhob, so dafs hiebei die Electricitäten nicht Magnetismus erzeugen, sondern nur den gebundenen Magnetismus frei machen; das zur Ausdehnung und bei den Starren zum Flüssigwerden führende (und damit oftmals vermindertes Volumen erzeugende) bei den Tropfbaren zum Vergasen fördernde, Binden der Wärme (im obigen Sinne), ist hingegen Erfolg derselben Ziehgewalten, welche innerhalb der raumerfüllenden Substanz denkbar kleinstes Gleichartiges mit dem kleinsten Gleichartigen zusammenhängen und Ungleichartiges mit Ungleichartigem in Mischungseinung bestehen lassen, und welche am reinsten wirken in den Gasen und vollkommen Tropfbaren, minder rein und von Krystall-Magnetismus begleitet in dem Zäh- oder Klebrigflüssigen (I. S. 320.), desgleichen im Wasser unter $4\frac{1}{3}$ C., ferner in dem Weichen, Breiigen, Gallertartigen und Starren; vergl. weiter unten. — Dafs sowohl Gase als Tropfbare durch (veränderliche) Bindung, die ihnen zukommende Wärme entführen und so zu ihrer Verbreitung hauptsächlich beitragen, bezeugen eine zahllose Menge von zum Theil alltäglichen Erscheinungen, von denen wir hier nur auf folgende aufmerksam machen. Erhitzt man in vollkommen durchsichtigen Glasgefäfsen befindliche Tropfbare vorsichtig, jedoch nicht zu langsam, so zeigen sich schlangenlinien-artige, sehr dünnen Fäden vergleichbare Streifen, die sich aufwärts vom Boden des Gefäfses nach der Oberfläche verlängern; und zu betrachten sind, als in Folge der Verminderung des Eigengewichts aufwärts geschobene, und während dessen veränderte Lichtbrechung gewährende, zusammenhängende Flüssigkeitssäulchen. Die Erscheinung verschwindet, so wie sich wirkliche Dunstbläschen (vom Tropfbaren kugelig zusammengedrucktes Gas: z. B. Wassergasmengen) bilden; d. h. sobald die Temperatur der gesammten Flüssigkeit so weit gesteigert ist, dafs sie der Temperatur des in der Gegendder unmittelbar erhitzten Gefäfsstellen von Anfang an erzeugten Gases gleichkommt; das Gas wird dann nicht mehr verschluckt (und kann mithin nun auch das verschluckende Tropfbare, weder räumlich erweitern, noch erhitzen), sondern schnellt unvermindert in Bläschenform nach Oben. (Ob die Minderung des Eigengewichts, oder die Volumerweiterung gegebener Mengen von Tropfbaren durch Erhitzung, überall nur das Erzeugnifs einer Vereinigung schon gebildeten Gases mit annoch unvergastem Tropfbaren ist, steht freilich zu bezweifeln, verdient indefs schon darum genauere Berücksichtigung, weil dieselben Volums-Erweiterungen durch wirkliche

Beimischungen von Gas — derselben Art — zu Stande gebracht werden können; z. B. Weingeistgas und kalter Weingeist, Merkurgas und kaltes Merkur, oder, weil die Volumserweiterung des über den Schmelzpunct (des zugehörigen Starren) hinaus erhitzten Tropfbaren, im Verhältnifs steht: mit dem Drucke, mit der der Cohäsion und bei einige nauch noch mit dem Krystallmagnetismus des Tropfbaren und der Menge des Gases, welche, wenn sie zugesetzt worden wäre, dieselbe Temperaturerhöhung hervorgebracht haben würde. Eine ähnliche, durch veränderte Schattenbildung und Lichtbrechung wahrnehmbare Streifenbildung, beobachtet man auch an der aufschnellenden erhitzten Luft; vergl. m. Grundzüge S. 342.; auch Black bemerkte ähnliche Phänomene; dessen Vorles. I. 120. — Beim Wasser gewinnen diese Streifen ganz das Ansehen, welches den mit Wasser überschütteten Wein oder Alkohol im Passevin (I. S. 300.) bezeichnet. Taucht man in die obere Schicht des in einem hohen Cylinderglase befindlichen Wassers ein Stück Eis, so sieht man dasselbe Streifenspiel in entgegengesetzter Richtung zu Stande kommen, ähnlich jenem, welches man gewahrt, wenn man conc. Schwefelsäure in Wasser, oder Wasser in Alkohol tröpfelt, und welches man bei Anwendung der Säure dadurch noch sichtbarer machen kann, dafs man dem Wasser zuvor ein Paar Tropfen Rosen- oder Lakumstinctur zusetzte. Auch dem Erstarren sich näherndes Wasser (desgleichen mehrere zum Krystallisiren neigende Salzlösungen etc.) zeigen ähnliche, zunächst Ungleichheit der Druckgewalten darthuende Erscheinungen. Nach Black (Vorles. I. 121.) verbreitet sich die Wärme gleichförmig in der Guerikeschen Leere, hingegen in der mit Luft erfüllten Glocke, wird sehr bald der letzteren obere Wölbung am wärmsten (vermöge Aufschnellens der heifsen Luft). Die Flamme wird mit ihrem die Luft an Leichte übertreffenden Glühdunst von den umliegenden Luftschichten aufwärts gedrückt. Hieher gehören ferner: die zitternden Bilder von Gegenständen, welche man in einiger Entfernung durch erhitzte Luft oder jenseits hellloderner Flammen, oder an der Mündung der Schornsteine, oder auch über dem von der Sonne stark erhitztem trocknen Boden u. über Kalköfen wahrnimmt; der Luftzug der Bergwerksgruben (der zur Sommerszeit in den senkrechten Schacht hinein, und aus dem wagrechten Stollen herausgeht, hingegen im Winter in den Stollen hineinströmt und zum Schachte herauswirbelt, weil im Winter die inneren Theile der Erde und die in ihren Hölungen schwebende Luft wärmer und im Sommer kälter sind, als die äussere Atmosphäre) jener der Oefen, Feueressen etc. In vollen Theatern ist es auf den Gallerien am heissesten; niedere Zimmer heitzen sich leichter als hohe; die sog. Papierschlangen (oben S. 558.) bewegen sich auf dem heisseren Ofen schneller, als

auf dem kälteren; vorüberströmende kalte Luft kühlt um so schneller ab, je geschwinder sie flutet, d. h. je öfterer sie sich für die zu Entwärmenden erneuert, und ein Körper erkaltet am schnellsten in solcher Luft, wenn er in einer dem Luftstrom entgegengesetzten Richtung mit gröſster Geschwindigkeit um seine Axe schwingt; heiſse Winde wirken schnell wärmend, kalte plötzlich kältend; Einrichtung und Nutzen der Ventilatoren, der trichterförmigen Oeffnungen in den Zimmerdecken (z. B. in Tabagien etc.); der entgegengesetzte Luftzug in einer Thüre zwischen einem warmen und kalten Zimmer (oben strömt die warme Luft in das kalte, und unten die kalte Luft in das warme Zimmer; wie eine abwechselnd in diese Gegenden gebrachte Kerzenflamme nachweiſst) der das Zufrieren verhindernde Umlauf der Wassertheile im Meer und tiefen salzigen Seen (das durch überströmende Luft abgekühlte salzige Wasser, welches Marcet's Versuchen zufolge nicht gleich dem süſsen Wasser bei $4\frac{1}{3}$° C. die gröſste Dichte hat, sondern sich fortdauernd bis zum Gefrieren zusammenzieht — ? —, ist dichter und schwerer als das untere, sinkt daher fortdauernd zu Boden, während das wärmere emporsteigt, und dieses neuerdings und noch mehr abgekühlt wiederum sinkt, bis endlich die ganze Masse so weit abgekühlt ist, daſs bei zunehmender heftiger Luftkälte, ein Theil des Oberflächen-Wassers erstarrt, sich gleichzeitig von seinem Salzgehalte trennend, der dem unteren Wasser zuwächst, und dessen Gefrierbarkeit noch mehr vermindert) der Grund, warum tiefe Süſswasserseen, Flüsse, groſse Bäche etc. selten bis zum Boden erstarren (weil das nicht salzige Wasser bis zu $4\frac{1}{3}$° C. erkühlt die gröſste Dichte hat — I. S. 323. — und daher in dem minder dichten unteren Wasser zu Boden sinkt, dem dagegen aufsteigenden wärmeren Wasser seinen vorigen Raum überlassend; hat endlich der ganze See jene Temperatur die höchsten Dichte angenommen, so kann nur noch die Oberfläche unter $4\frac{1}{3}$° C. abgekühlt werden, weil das tiefer erkaltete Oberschichten-Wasser als ausgedehnteres auf dem von $4\frac{1}{3}$° C. schwimmt, und ausserdem die Leitung des etwa oben entstandenen Eises — welche als solche nur für Temperaturen unter 0° C. gegeben ist — sehr geringe ist; denn das Eis ist fast im gleichen Maſse ein schlechter Wärmeleiter, als es hinsichtlich der Electricität den sog. Isolatoren beigezählt wird) und der tönende Laut, den man kurz vor dem Sieden des Wassers zu hören pflegt (und der entsteht, theils indem die auf dem Boden gebildeten Wasserblasen oben angelangt die von unten her zusammengezogene Oberflächenschicht — I. S. 300-301., gewaltsam zerreiſsen, theils, indem sie hier, mit dem ihnen — nach Abzug dessen, was beim Aufsteigen von Seiten des Tropfbaren von ihrer Masse verschluckt wurde — gebliebene Ueberreste ihrer ursprünglichen Gröſse plötzlich bis zur

Tropfbarkeit entwärmt und verdichtet werden, und so leere Räume bilden, welche die zur Seite befindlichen tropfbaren Säulen plötzlich nachstürzend ausfüllen. Benutzung der Strömung ungleich warmer Flüssigkeit, um z. B. warmes Wasser vom Erhitzungsorte in die dadurch zu wärmende Gegend des Hauses zu leiten, und dagegen das kältere wieder in den Heitzkessel zurückfliefsend zu machen. Die Cirkuliergefäfse der Alchemiker. Prechtl: Ueber die Anwendung der erhitzten Luft statt des Wasserdampfes als bewegende Kraft; Jahrb. d. K. K. polytechn. Inst. in Wien I. Wien 1819. gr. 8. S. 134 ff. Die Heitzung mit erwärmter Luft etc. von P. T. Meissner. Wien 1821. 8. — Pictet erhitzte einen senkrecht stehenden Drath in der Leere und fand das obere Ende früher heifs, als das untere; wie würde sich der Drath verhalten haben, wenn er zuvor bis zum Glühen erhitzt — und so von aller, auch seinen innern krystallinischen Gegenflächen adhärirenden Luft befreit — in der Torricellischen Leere abgekühlt und darauf in derselben Leere wieder erhitzt worden wäre? und wenn sich auch unter diesen Bedingungen das obere Ende als das wärmere zeigte, waren dann magnetische und electrische Vertheilung mit im Spiel? Eine senkrecht gegen die Erde gestellte oder bewegte Metallstange zeigt electrische Polarität (so, als ob die magnetische Polarität der Erde senkrecht gegen ihre electrische stände) und jeder in ähnlicher Lage befindliche feste Körper hat, Hansteen zufolge, oben einen Nord- und unten einen Südpol; Schweigger's und Meinecke's N. Journ. Neue Reihe II. 134. Die Stellung des Würzelchen und der Blattfeder.

4) Ist das Gefäfs, worin ein Tropfbares erhitzt wird, ein sehr guter Leiter, so wird die Fortführung der Wärme durch Ströhmung darum gemindert, weil nun das Gefäfs in allen Höhen fast gleichzeitig von den Seiten her wärmend wirkt; und war das Tropfbare von der Art, dafs in ihm die Wärmeverbreitung durch Ströhmung schneller erfolgt, als die Fortleitung der Wärmung innerhalb der Gefäfssubstanz, so kann selbst die von Rumford beobachtete auffallende Erscheinung eintreten, dafs dergleichen Flüssigkeiten schneller in schlecht leitenden Gefäfsen erkalten, als in gut leitenden; indem der aufschnellender wärmeren Schicht in den ersteren jene Wärme nicht entzogen wird, welche sie zum möglichsten Verdünnt- und Leichterwerden (und dadurch zur möglichst grofsen Beschleunigung ihres Aufschnellens) erfordern. R. sah Wasser in 6mal dickeren Glasflaschen eher erkalten, als in ähnlichen Behältern von Weifsblech; Mém. de l'Instit. VI. 102.

5) In sofern ein bis zu einem bestimmten Grade erwärmter Körper, in eine kältere Umgebung kommend, dieser nur höchst allmälig seinen

Wärmeüberfluſs überläſst, ist er ein guter Innen- oder Selbstleiter, aber ein schlechter Ableiter der Wärme. Der beste Selbstleiter ist, nach Böckmann (Ueber die Wärmeleitung verschiedener Körper. Carlsruhe 1812. 8.) unter den Starren der Kork (Pantoffelholz) und diesem folgen die Hölzer, Steine und Metalle. Setzt man das Wärmeleitungsvermögen des Wismuths (der nach B. im electr. Zustande die Wärme schneller ableitet, als im nicht electrisirten) = 1000, so ist nach B. das Verhältniſs folgendes:

Wismuth	100		
Stibium	879		
Merkur	843		
Bley	841		
Zinn	666	Rose's leichtflüss. Metallgemisch	526
Gold	495		
Silber	441		
Nickel	421		
Zink	401		
Kupfer	340	Messing	346
Eisen	332		

Ueber Ableitung und Fortleitung der Wärme: vergl. Langsdorffs Wärmelehre. § 119. S. 179. — Uebrigens erkaltet in ein und demselben kältendem Medio und bei gleichem Temperaturunterschiede, derselbe Körper um so geschwinder, je weniger Masse und je mehr Oberfläche er darbietet; oder die Erkältungszeit steht im geraden Verhältnisse der Masse des wärmeren Körpers, und im umgekehrten Verhältnisse seiner (physischen) Oberfläche. Eben so wird die Erwärmungszeit bei einem im wärmenden Medio befindlichen kälteren Körper, in demselben Verhältnisse stehen; s. oben.

6) Nach Parrot ist bei übrigens gleichen Umständen, die Leitung eines Körpers um so stärker je homogener, und um so schwächer je heterogener seine Theile sind; Gilberts Ann. XVII. 395. — Nach Mayer (Grens Journ. d. Phys. III. 19.) ändert sich die Leitung eines und desselben Stoffes bei beträchtlichen Aenderungen der Temperatur, daher die Vergleichungen der Leitungen verschiedener Stoffe in nahe kommenden Temperaturen angestellt werden müssen.

7) Mayers Bemerkung, daſs die Leitung zweier Körper sich umgekehrt verhalte, wie die Zeiten, in denen sie einerlei Aenderung einer

gemeinschaftlichen Temperatur in demselben Medium erleiden (vergl. oben); oder dafs ihre Leitungsvermögen im geraden Verhältnisse stehen mit den Logarithmen ihrer Erkältungsexponenten; begründete nachstehende von v. Humboldt gegebene Formel zur Berechnung des Leitungsvermögens selbst: nach welcher dieses $= \frac{1}{p\,c}$ ist, wenn das specif. Gewicht eines Körpers $= p$ und seine specif. Wärme $= c$ gesetzt wird (vergl. oben). Sie kommt mit denen durch Versuche erhaltenen Resultaten genauer überein, als man es von den oftmals sehr abweichenden Bestimmungsarten der spec. Wärme zu erwarten berechtigt ist.

7) Alle tropfbare, der expansiblen Flüssigkeit fähige und alle expansibel-elastische Flüssigkeiten können (solange keine Mischungs- und Zustandsänderung erfolgt) um so höhere Temperaturen annehmen, je gröfser die Druckgewalten sind, welche sie einschliefsen. Hierauf gründen sich die verschiedenen Siedepuncte, die eine und dieselbe Flüssigkeit hat, je nachdem sie unter verschiedenem Luftdrucke erhitzt wird: mehr hierüber weiter unten, einstweilen vergl. I. S. 272. Daher mit Wasser (z. B. der Geiser in Island, der heifsen Quellen etc.), welches in bedeutenden Erdtiefen erhitzt wird, eine beträchtlich hohe Temperatur annehmen und vermittelst derselben Cohärenzverminderungen und Lösungen von Gesteintheilen bewirken können, welche auf der Erdoberfläche gar nicht zu Stande kommen.

§. 181.

LXII. Vers. In dem Hauptbrennraume eines grofsen metallenen oder eines dicken gläsernen Hohlspiegels, bringe man eine nicht bis zum Glühen erhitzte eiserne, oder eine hohle zinnerne mit heifsem Wasser gefüllte, nicht zu grofse Kugel; die von der Kugel divergirend ausgehenden Wärmestralen, werden von dem Spiegel aufgefangen und so zurückgeworfen, dafs sie in paralleler Richtung fortgehend von einem zweiten (dem ersten ganz gleichen und ihm gegenüber aufgehangenen) Hohlspiegel gesammelt, und in dessen Hauptbrennraume wieder vereinigt werden

können; in dem Hauptbrennraume dieses zweiten Hohlspiegels fühlt man daher eine merkbare Wärme, die mittelst eines passenden Thermometers auch dem Grade nach bestimmt werden kann, während der Raum zwischen beiden Hauptbrennpuncten keine merkliche Temperatursteigerung (oder doch nur unbeträchtliche) darbietet. Aendert man den Versuch dahin ab, daſs man das zinnerne Hohlgefäſs mit einem kaltmachenden Gemische, oder mit Eis füllt, so wird man im Hauptbrennraume des zweiten Spiegels merkliche Kälte verspühren, und z. B. das Merkur des dort mit seiner Kugel frei schwebend hängenden Thermometers augenblicklich fallen sehen. Aus Robert Hook's 1682 bekannt gemachten und von Scheele wieder erfundenen, von Pictet, Leslie u. m. A. bestätigten, hieher gehörenden Beobachtungen und Versuchen ergiebt sich, daſs alle undurchsichtige feste Körper die Wärmestralen nach den Gesetzen der Reflexion des Lichtes und des Schalles (vergl. die vorhergehenden Cap.) zurückwerfen.

1) Ein in hinreichender Ferne vor eine Flamme gehaltener kalter, dicker Glasspiegel wirft die Wärme, nicht aber das Licht (wenigstens nur unbeträchtlich) zurück, während die Schallstralen (z. B. einer in Gang seyenden Taschenuhr) von beiden Arten von Hohlspiegeln ohne bedeutenden Unterschied reflectirt werden. — Auch bleibt in dem obigen Versuche der erste metallene Wärme-fortleitende Spiegel ziemlich kalt, während der Wärme schlecht leitende Glasspiegel sich erhitzt. Erreicht diese Erhitzung ein gewisses Maximum, so wird das Glas zum Wärmeleiter, und ist dann für die Wärme so durchfühlbar, wie für das Licht durchsichtig. — Uebrigens nimmt die Intensität der stralenden Wärme in demselben Verhältnisse ab, wie das Quadrat der Entfernung von ihrem Ausströmungspuncte zunimmt.

2) Feste Körper heben die stralende Wärme nur zum Theil auf, ausser wenn sie sehr dunkel und möglichst wenig glatt sind, wo jene dann fast ganz zur Erhitzung der Körper verwendet wird; sind sie durchsichtig (z. B. Glas), so lassen sie, bis auf einen gewissen Punct erhitzt, die Wärmestralen ungehindert durch. Gase lassen die Wärmestralen ungehindert durch, jedoch scheinen diese nach HERSCHELS Beob. (vergl. S. 837.) dabei eine Art von Brechung zu erleiden, unter Bedingungen, die denen der Lichtbrechung in gewisser Hinsicht ähnlich sind. Tropfbare vermindern die stralende Wärme so lange, bis sie dadurch zu einem gewissen Grade erhitzt worden, der die Dampfbildung herbeiführt; s. oben S. 597.

3) HERSCHEL glaubt aus seinen Beobachtungen folgern zu müssen, dafs die Geschwindigkeit der stralenden Wärme, derjenigen des Lichtes wo nicht gleich doch sehr nahe komme; aus PICTETS directen Vers., ergiebt sich, dafs die Zeit, welche die Wärmestralen gebrauchen um sich durch einen Raum von 69 par. Fufs fortzupflanzen, unmefsbar sey; vergl. oben S. 483. und ARAGO's Behauptung S. 486. Bem. 40. — In den meisten oben unter A aufgeführten Fällen der Wärme- und Kälteerregung entsteht stralende Wärme, von grofser oder von sehr verminderter Intensität (stralende Kälte), die zum Theil durch die wärme- oder kälteerregenden Substanzen selbst wieder aufgehoben wird, worauf bei denen Versuchen über die Capacität der Körper für die Wärme, Rücksicht genommen werden mufs.

4) Vergl. SCHEELE's Phys. u. Chem. Werke. I. Berlin 1793. 8. — PICTET in s. oben angef. Schr. Cap. 3 - 7. HERSCHEL in den Philos. Transact. f. 1800. II. p. 265. 284 u. 293. u. GILBERTS Ann. VII. 137. X. 68. ENGLEFIELD a. a. G. XII. 398. WÜNSCH a. a. O. XXVI. 289. RITTER u. Gr. RUMFORD a. a. O.

5) Je wärmer ein Körper ist, um so mehr Wärme stralt er in derselben Zeit aus, oder um so gröfser ist die Intensität der Wärme, welcher er ausstrålt; und jene Wärme, welche der kälteste Körper ausstralt, unterscheidet sich von jener der wärmeren Materien nur dadurch, dafs ihre Intensität die geringste ist. Flüssigkeiten mindern das Stralungsvermögen durch ihre Fähigkeit die Wärme zu binden, und mit der absorbirten Wärme, zu Folge ihrer eigenen Beweglichkeit zu entweichen; ist das Letztere z. B. durch überall einschliefsende Gefäfswände verhindert, so wird die ihnen durch die Hülle entzogene Wärme in dieser theils zur geleiteten, theils zur stralenden (der äusseren Hüllen-Oberfläche) entweichenden.

6) Nur bei sehr geringen Temperaturunterschieden steht die Intensität der in gleichen Zeiten ausgestralten Wärme mit der Temperatur des stralenden Körpers im geraden Verhältnifs, so dafs sie mit derselben wächst, und sich mit ihr mindert; bei gröfseren Temperaturunterschieden, findet hingegen obengedachte (von Newton aus eigenen und fremden Beobachtungen abgeleitete) Regel keine Anwendung; denn es nimmt die Schnelligkeit des Ausstralens bei merklichen Temperaturerhöhungen weit mehr zu, und bei Temperaturerniedrigungen (unter die Temperatur der Umgebungen) beträchtlicher ab, als die Temperatur-Zu- oder Abnahme selbst besagt.

7) Befinden sich innerhalb derselben Hülle räumlich getrennt zwei oder mehrere ungleich warme Körper, so wird dem kälteren, eine (seine Temperatur erhöhende) Wärme von gröfserer Intensität, und dem wärmeren eine, seine Temperatur erniedernde, von geringerer Intensität zustralen, und endlich wird ein Moment eintreten, in welchem beider Temperaturen und beider Stralwärme-Intensitäten gleiche Werthe haben, d. h. in welchem jeder der Körper so viel einstralende Wärme empfängt, als er ausstralende Wärme verliert. Prévost nennt diesen Zustand der Körper, den des beweglichen Gleichgewichts ihrer Temperaturen; P. a. a. O. Vergl. auch Dulong und Petit in den Ann. de chimie et phys. T. VII. und oben S. 584. Bem. 5.

8) Dafs ungleichartige Substanzen sich innerhalb derselben Art von kälteren Medien (z. B. in ruhiger, atmosphärischer Luft) in ungleichen Zeiten abkühlen, und dafs bei ein und derselben Substanz diese Abkühlung am langsamsten erfolgt, wenn ihre Oberfläche am meisten vermindert worden (wie dieses bei kugelförmigen Materien der Fall ist) wufste man bereits zu Newtons Zeiten und machte davon späterhin bei „Bestimmung der Eigenwärme" Gebrauch (S. 581 u. f.), dafs aber die physische Beschaffenheit der Oberfläche, in Verbindung mit ihrer Gestaltsänderung einen wesentlichen Einflusse übe, sowohl auf das Vermögen stralende Wärme zu empfangen, als auch auf die Wärmeausstralung, entdeckte Leslie (Inquiry into the nature of heat. 1804.) und bestätigten bald darauf Gr. Rumford (Transact. philos. f. th. Y. 1804.) und Leslie's Entdeckungen erweiternd: De Laroche zu Genf; vergl. auch m. Syst. d. Chemie S. 52 ff.

9) Leslie bewiefs durch seine Versuche, dafs die Ausstralung verschieden sey, jenachdem die Oberfläche ein und desselben Wärmeleiters verändert worden. Er füllte einen hohlen Weifsblechwürfel

(von einigen Zoll Seite)] mit heifsem Wasser, nachdem er die eine der Seiten matt geschliffen, die andere mit Goldschlägerhäutchen bekleidet, die dritte mit Lampenrufs (über einer Lampenflamme) geschwärzt und die vierte glatt und blank gelassen hatte. In einiger (nach einander für alle vier Seiten gleich bleibenden) Entfernung von dem Würfel befand sich, der einen Würfelseite zugewendet, die Kugel des Rumford'schen Luft-Thermoskops, d. i. eine dem Differentialthermometer ähnelnde Vorrichtung, während die andere Kugel durch einen Schirm gegen jede Wärmeeinstralung von Seiten des Würfels geschützt wurde. Die Wärmeausstralung zeigte sich am geringsten von der blanken, „stärker" bei der „matten," noch gröfser bei der mit Goldschlägerhäutchen überzogenen und am stärksten von der geschwärzten Seite. Noch auffallender wurden diese Verschiedenheiten, als L. in ähnlichen Versuchen, die Wärme jedesmal mit Hohlspiegeln auffieng, und die Thermometerkugel in den Brennraum des Spiegels brachte; m. Syst. d. Chem. a. a. O. Folgende Tabelle bezeichnet das relative Wärme-Ein- und Ausstralungs- und Wärme-Rückstralungs-Vermögen verschiedener Substanzen, gemäfs denen von Leslie darüber angestellten Versuchen:

Wärme-Ein- und Ausstralung ist beim:

Lampenrufs	100° des Differentialthermometers
Wasser (der Schätzung nach)	100
Schreibpapier	98
Harz	96
Siegellack	95
Crownglas	90
Chinesische Tusche	88
Eis	85
Mennige; Hausenblase	80
Graphit	75
Angelaufenes Bley	45
Merkur	20
Glänzendes Bley	19
Polirtes Eisen	15
Zinn, Silber, Kupfer, Gold	12

Die Rückstralung dünner Platten, (nachfolgender vor dem Hohlspiegel — in einer die Brennweite nicht völlig erreichenden Ferne aufgestellter Substanzen) zeigt hinsichtlich der Intensität der reflectirten Wärme, folgende Unterschiede; beim

Messing	100
Silber	90
Stanniol	85
Blockzinn	80
Stahl	70
Bley	60
Zinnamalgam	10
Glas	10
Glas mit Wachs oder Oel überzogen	5

Wurde der Hohlspiegel mit Gallerte (Leim) überzogen, so wurde seine Wirkung in dem Verhältnifs vermindert, als die Dicke des Ueberzugs zunahm, bis dessen Dicke = $\frac{1}{1000}$ eines engl. Zolls erreichte. Auch zeigte sich, dafs nur die Vorderfläche des Spiegels wirksam ist; denn bei einem Glasspiegel machte es keinen Unterschied, ob dessen Rückfläche belegt oder unbelegt, glatt oder matt geschliffen war. (Indefs fragt es sich ob man aus diesem Verhalten des schlecht leitenden Glases auf jenes der gut leitenden Metallsubstanz der Metallspiegel schliefsen darf?) — Wells Versuchen zufolge stralen Schwan-Pflaumfedern und Schnee sehr stark zurück.

10) Aus dem Vorhergehenden folgt, dafs diejenigen Materien, welche am besten Wärme ausstralen und stralende Wärme einlassen, dieselbe am schlechtesten zurückwerfen, und umgekehrt. Metallene Spiegel reflectiren obiger Tabelle gemäfs weit besser als gläserne, und mit Lampenrufs bekleidete lassen das Differentialthermometer ganz unverändert.

11) Bei gleicher Temperatur des Lesliesschen Würfels, nahm dessen Wirkung auf das gen. Thermometer so ab, wie die Entfernung von demselben zunahm; vorausgesetzt, dafs sich die Thermometerkugel im Brennraum des Hohlspiegels befand. Zeigte z. B. bei 3 Fufs Entfernung des Würfels vom Spiegel das Thermometer 100°, so zeigte es bei 6 Fufs 57. Bediente sich Leslie hiebei Würfel von verschiedenem Durchmesser, erhitzte dieselben aber bis zu gleichen Graden, und stellte sie dann in solche Fernen auf, dafs sie sämmtlich dem Spiegel denselben Winkel darboten, so war die Wirkung auf das Thermometer bei allen Würfeln nahe dieselbe, wie folgende Tabelle zeigt: Sein Würfel von

3	Zoll Durchm.	bewirkte in	3	Fufs Ferne ein Steigen des Therm. von	50°	
4	—	— —	6	— — — — —	54°	
6	—	— —	6	— — — — —	57	
10	—	— —	10	— — — — —	59°	

Zugleich folgt aus diesen Versuchen, dafs die ausgestralte Wärme, beim „Durchgange durch die Luft", keine beträchtliche Verminderung erleidet; vergl. S. 591. und die S. 52. m. Systems d. Chemie befindliche, hieher gehörige Vers. über Stralung durch atmosphärische Luft und Wasserstoffgas betreffende Tabelle. — Das Ausstralen erfolgt ferner, Leslie's Vers. zufolge, in der auf der Oberfläche des heifsen Körpers senkrechten Richtung am häufigsten; schräg gegen den Hohlspiegel gestellte Würfel, nahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen auf das Thermometer in dem Verhältnifs ab, wie die Schiefe des Winkels zunahm. In allen Fällen steht die Wirkung mit dem Sehwinkel, unter

welchem der Würfel, aus dem Orte des Spiegels gesehen, erscheint, im Verhältniſs; mithin ist die Wirkung der erhitzten Oberfläche dem Sinus ihres Neigungswinkels gegen den Spiegel proportional.

12) Stellt man zwischen den heiſsen Würfel und den Hohlspiegel einen (letzteren gegen die Stralwärme des ersteren schirmenden) Körper, so wird des ersteren Wirkung auf den letzteren, entweder vermindert, oder gänzlich aufgehoben, jenachdem die Entfernung, die Dicke oder die Natur der Substanz des Schirms verändert worden ist. Der dem Würfel nahe Schirm mindert wenig, der entferntere, mit zunehmender Entfernung sehr beträchtlich. Als Leslie zwischen dem Hohlspiegel und der mit Lampenruſs geschwärzten, vom ersteren 3 Fuſs entfernten Würfelseite (welche zuvor das Thermometer bis 100° hatte steigen machen) eine Glastafel in der Entfernung von 2 Zoll vom Würfel aufstellte, fiel das Thermometer bis auf 20°; langsam dem Spiegel genähert, minderte sich die Wirkung auf das Thermometer noch mehr, und bei einer Entfernnng des Schirms vom Spiegel gleich 1 Fuſs, war die Ausstralungswirkung des Würfels = 0. Ein $\frac{1}{8}$ Zoll dickes, gehobeltes Holzbrettchen, statt des Glastafel angewendet, minderte, bei zwei Zoll Abstand vom Würfel, die Ausstralungswirkung bis auf 20°, ein $\frac{3}{8}$ dickes Brettchen bis auf 15°, und ein 1 Zoll dickes bis auf 9° (bei gleichem Abstande). Ein Blatt Stanniol statt des Brettchen in gleicher Ferne aufgestellt, gab, auch wenn es möglichst dünn getrieben, dennoch eine Minderung jener Wirkung bis auf 0°, Schreibpapier gab eine bis zu 23°; so daſs mithin diejenigen Substanzen, welche die gröſsten Wärmemengen absorbiren, auch jene sind, welche — als Schirm gebraucht — die geringste Menge auffangend zurückgeben und umgekehrt.

13) De Laroche (Journ. de Physique. Vol. LXXV. 201. etc.) fand 1) daſs um so mehr stralende Wärme durch Glas hindurchgeht, je höher die Temperatur der Wärmequelle ist, aus welcher die Wärme entstralte; 2) daſs lichtreiche Wärme (Feuer) Glas leichter durchdringt, als dunkele (vergl. auch oben S. 3.); 3) daſs bereits durch Glastafeln gegangene Wärmestralen beim nächsten Durchgange durch eine zweite Tafel eine weit geringere Intensitäts-Verminderung erleiden, als sie beim ersten Durchgange erlitten hatten, und 4) daſs für nicht hohe Temperaturen, die Minderung der Intensität mit der Dicke des Glases zunimmt, hingegen durch die verschiedene Reinheit des Glases nicht abgeändert wird (weniger durchsichtiges aber dünnes Glas minderte die Wärmeintensität

der durchgehenden Stralen nicht so stark, als durchsichtigeres dickes Glas). Vergl. auch m. Grundzüge S. 546. Bem. 5.)

14) Wärmestralen, welche nur mäſsig heiſsen Materien entstammeten, giengen in De Laroche's Vers. selbst nicht durch das dünnste Glas; erst diejenigen, deren Quelle die Temperatur des siedenden Wassers hatte, fingen an hindurch zu gehen; a. a. O. Muncke's Beobachtungen zufolge, drangen einst die wärmeerzeugenden Lichtstralen eines starken Feuers (Feuerstralen) in einer Entfernung von etwa 130 F. durch gefrorne Fensterscheiben, und bewirkten hinter denselben eine merkliche Erwärmung, ohne das Eis der Fensterscheiben von — 5° im mindesten zu schmelzen; Anfangsgr. d. Experimentalphys. 228 229. Auch in Leidenfrost's Vers. scheint Feuer (d. i. Lichtwärme) statt dunkler Wärme das Wasser zu durchstralen, während die dunkle Wärme von demselben gröſsten Theils verschluckt wird und es in Dampf verwandelt. Es verdunsten nemlich Wassertropfen auf glühendem (leuchtendheiſsem) Eisen langsamer — während sie dem Eisen kaum adhärirend sich schnell um ihre Axe drehen; ähnlich der auf dem heiſsen Ofen stehenden Papierschlange und wahrscheinlich in Folge des Rückstoſses, den die wenigen verdampfenden Theilchen und die Luft seitwärts gegen die Wasserkugel ausüben — als auf nicht leuchtend heiſsem Eisen (oder anderem Metalle); vergl. Jo. Gottl. Leidenfrost de aquae communis nonnullis qualitatibus. §. 15. Duisburgi ad Rhen. 1756. 8. Opusc. phys. med. Lemgov 1797. III. p. 55. Klaproth in Scherer's Allg. Journ. d. Chem. VII. 646. u. m. Bemerk. in Trommsdorff's Journ. d. Pharm. XI. I. Bd. 270 ff. (den letzteren gemäſs, läſst sich vollkommen rothglühendes Eisen ohne Verletzung, z. B. mit der Hand, augenblicklich berühren, während bis zum Dunkelwerden abgekühltes Eisen die unvorbereitete Hand ohnfehlbar brennt) und in m. Grundzügen S. 548. War hingegen statt Feuer wärmefreies Licht gegeben, oder doch nur ein Minimum von Wärme mit einem Maximo von Licht verbunden (m. Syst. d. Chem. S. 157.), so durchstralt es z. B. in Ruhlands hieher gehörigen Versuchen; dessen Ueb. d. polarische Wirk. des gefärbten heterog. Lichtes. Berlin 1817. 8. und dessen Syst. d. allg. Chem. oder über den chem. Proceſs. Berlin und Stettin 1818. 8. S. 48 u. ff. — warme und kalte Flüssigkeiten, ohne Aenderung seiner erwärmenden (Wärme entbindenden) Kraft. Und während dergleichen Licht die Sauerstoffgasentwickelung durch grüne Pflanzentheile, welche Vasalli's Beob. gemäſs schon bei schwachen Lampenlichte vor sich geht (v. Crell's Ann. 1785. II. 80.) die Bildung der Priestleyschen Materie, das Grünwerden des Guajac's bei Luftzutritt, die Fällung des Phosphors aus

seinen Auflösungen in verschiedenen Gasen, die Bildung des Phosgengases aus Chlorgas und Kohlenoxydgas etc. bedingt und befördert, werden alle diese und mehrere verwandte Erscheinungen keinesweges von der dunkelen Stralwärme hervorgebracht, wohl aber vom Stralfeuer.

15) Gewisse Beobachtungen scheinen darauf hinzudeuten, daſs Stralwärme von einem möglichst wärmearmen oder wärmefreien Strallichte gänzlich absorbirt wird. Ein dergleichen höchst wärmearmes Licht, ist jenes der in sternhellen Winternächten vor dem Himmel zugewendeten Hohlspiegeln concentrirtes Sternen- und Mondlicht; ein in den Brennraum eines dergl. Hohlspiegel schwebende Thermometerkugel, macht binnen kurzem das Thermometer um mehrere Grade fallen; vergl. auch oben S. 518 ff.

16) Leslie bediente sich zu den meisten der obenerwähnten Versuche eines zinnernen, parabolischen Hohlspiegels von ungefähr 14 engl. Zoll Durchmesser; die Behälter des heiſsen Wassers bestanden ausser dem schon erwähnten, in mehreren Versuchen auch aus zinnernen, hinsichtlich ihrer Gröſse von 3 bis 10 Zoll verschiedenen Hohlwürfeln und dünnen, polirten, zinnernen, mit kurzem Halse versehenen, Hohlkugeln. Als er in eine der letzteren, mit heiſsem Wasser von 35° gefüllten, ein Thermometer senkte, fiel dieses binnen 156 Minuten bis zu 25°, hingegen ebenso tief binnen 81 Minuten, als L. die Aussenseite der Kugel mit Lampenruſs geschwärzt hatte; die Temperatur der umgebenden Zimmerluft war in beiden Vers. 15°. Da nun durch Reiben mit Sand oder Glaspulver aufgerissene Metallaussenflächen ebenfalls, wie wohl nicht im so hohen Grade als der Ruſs, die Wärmeentstralung (so wie die Wärme-Einsaugung) begünstigen, so erinnert dieses Verhalten, an jenes der electrischen Spitzenströhung und Spitzeneinsaugung, vergl. Cap. V. u. m. Grundzüge S. 345. Bem. 1. Eigene Versuche zeigten mir a) daſs Erhitzung der dünnen Glastafeln die Wärmedurchstralung nur dann merklich förderte, wenn die Temperatur des Glases jener der Wärmequelle der Stralen nicht übertrifft, sondern vielmehr um einige Grade tiefer ist; b) daſs eine auf beiden Seiten matt geschliffene sehr dünne, die Temperatur des Zimmers (15° C.) habende Glasplatte, von einem Hohlspiegel kommende convergente (aber noch nicht zur Kreuzung gelangte) Wärmestralen zwar hindurchläſst, aber theils ihre Convergenz minderte, theils ihre Intensität schwächt; wahrscheinlich, indem sie den gröſseren Theil derselben unregelmäſsig zerstreut, vielleicht auch, indem die dem matten Gase in gröſserer Menge adhärirende Luft einen nicht unbeträchtlichen Antheil der ein-

dringenden Wärme verschluckt und — damit aufschnellend — entführt; c) dafs Färbung der matten Glasplatte, abwechselnd mit blauer, gelber und rother Saftfarbe, so dafs die Platte zu jedem Versuche erst nach dem vollkommenen Trocknen, der so viel wie möglich gleich dick aufgetragenen, die Durchsichtigkeit wieder herstellenden Farbe (oben S. 485.) unüberfirnifst angewendet wurde — die Durchstralung begünstigt, ohne jedoch hiebei hinsichtlich der verschiedenen Farben auffallende Unterschiede darzubieten; die stärkste Stralungserleichterung schien das gelbe Glas zu gewähren. Als wässrige Lösung des Mimosengummi, ohne Farbenbeimischung, in gleicher Dicke den matten Flächen übertragen wurde, zeigte das trockne Glas ebenfalls vermehrte Durchstralung, aber das zum Auffangen der vereinten Stralen bestimmte, sehr empfindliche, in allen Versuchen angewandte Merkurthermometer stieg fast um $\frac{1}{2}$° C. weniger hoch, als bei Anwendung der gefärbten Tafel. Die Versuche stellte ich anfänglich mit zwei weifsblechenen (unvollkommene Kugelschnitte darstellenden) und späterhin mit gröfseren gypsernen übergoldeten (im physikalischen Kabinett der Erlanger Universität befindlichen) Hohlspiegeln an, deren einer dazu diente — die aus seinem Brennraum zu ihm gelangenden dunkelen Wärmestralen zu parallelisiren und dem in einer Ferne von zwölf Schuh gegenüber stehenden zweiten (dem ersten gleichenden) zuzuwerfen. Die Brennweiten beider Spiegel waren durch horizontallaufende, unterhalb jedes Spiegels in dessen Stativ befestigte (am äussersten freien Ende mit einem bis zur Höhe des Brennraums reichenden senkrechten Stifte versehene) Schieber angezeigt; in den Hauptbrennraume des einen Spiegels wurde ein starker eiserner Hohlcylinder befestigt, der 1 rhein. Zoll Höhe und $\frac{3}{4}$ Zoll Querdurchmesser hatte, dessen genau schliefsender, eiserner Deckel oben mit einer kurzen, durch einen eisernen Stöpsel verschliefsbaren Halsmündung versehen war, und den ich mit bis nahe zum Sieden erhitztem Merkur füllte. Die dem Spiegel zugewendete Seite des Cylinders hatte ich mit einer Feile stark geritzt, und ausserdem noch mit Lampenrufs geschwärzt, die entgegenstehende Seite hingegen poliren lassen. Vor dieser letzteren wurde in einer Entfernung von 1 Zoll eine 4 Quadratzoll Gegenfläche darbietende, auf beiden Seiten polirte Messingplatte, aufgefangen. In dem Hauptbrennraume des zweiten Spiegels hieng die Thermometer-Kugel, jenseits derselben, dem zweiten Spiegel zugewendet, wurde in jedem Versuche die zu prüfende Glastafel senkrecht schwebend an seidenen Fäden aufgehängt. Die Tafeln bestanden aus dünnem Fensterglase, welches ich zuvor in gesättigter Kochsalzlösung hatte auskochen lassen (um das Zerreissen durch plötzliche stellenweise Erwärmung zu verhüten) waren sämmtlich gleich grofs (2 Qua-

dratzoll Fläche darbietend) ohnfern des oberen Randes — zur Aufnahme des seidenen Fadens — durchbort und hiengen beim Anfange des Versuchs der Thermometerkugel so nahe, dafs sie dieselbe mit der dem Spiegel abgewendeten Seite berühұten; das Steigen des Merkur wurde nun von 2 zu 2 Minuten beobachtet, die Glastafel dem Spiegel um etwas genähert, Falls dieses Steigen des Merkur zur Folge hatte, oder wieder mehr entfernt, oder in die ursprüngliche Lage gebracht, wenn jene Folge nicht eintrat. Fortsetzung dieser Versuche uud ausführlicheren Bericht über die ganze Folge derselben, mit Einschlufs der weiter unten zu erwähnenden, werde ich seiner Zeit in einer der Physik gewidmeten vaterl. Zeitschriften mittheilen. — Aus einigen mit ähnlichen Apparaten angestellten, jedoch noch abgeänderte Wiederholung bedürfenden Versuchen, schien auch hervorzugehen, dafs die im finstern Zimmer entwickelte, stark erhitztem, aber nicht glühendem Eisen entstammende, nach einander durch sehr dünne warme Glasplatten und Uhrgläser geworfene Stralwärme α) Nachtschmetterlinge und Mücken bestimme, dem die Stralen vereinenden Brennraume zuzueilen — was auf schwaches Leuchten dieser Wärms hindeutet, β) an Rändern zweier mit ihren scharfen Kanten einander zugewendeten Stahlplatten (der Lichtbeugungs-Vorrichtung) während der Durchstralung der Spalte Beugung erleide, γ) durch Glas besser hindurchgehe, wenn dasselbe von der einen der Bruchflächen her (welche als schmale Querfläche auf der breiten Fläche senkrecht steht) durchleuchtet wird, und δ) von isolirt aufgestellten electrisirten Metallspiegeln mit geringerer Intensität zurükgeworfen werde, als von unelectrisirten, ursprünglich aber mit den ersteren gleiche Temperatur besitzenden Spiegeln derselben Art. Ob Stralen kaltmachender Mischungen, desgleichen stark leuchtende Feuerstralen durch Eisplatten und Eislinsen gehen mögen später anzustellende Versuche entscheiden. Herschel brach „Wärme des kochenden Wassers" durch Linsen; Ruhland a. a. O. — Prevost's „Wärmespectrum." — Das von De Laroche beobachtete leichtere Glasdurchgehen solcher Wärmestralen, welche bereits Glas durchgangen sind, scheint auf Aenderungen der Stralwärme hinzuweisen, die jenen ähnlich sind, welche das Licht bei der Farbenzerstreuung erleidet. Wiederholte Reflexion der Wärmestralen, zumal von hinterlegten Glasspiegeln, scheint sie den Feuerstralen mehr zu nähern; um so mehr wenn die Reflectoren niedere Temperaturen haben. Ueber die Polarisirung der Wärmestralen, vergl. oben S. 522. Bem. 4. — Giebt es analog den Gegenfarben - complementaire Wärmearten (ungleich gebrochene Stralen des angebl. Wärmespectrums) und subjective Wärmeeindrücke, analog den subjectiven Farben? Gehört hieher

jener Zustand der Kataleptischen, in welchem sie gegen äusseren Temperaturwechsel unempfindlich sind, und jene Steigerung und Minderung der Hirn- und Nervenwärme in Zuständen der Exaltation und der Fieberhitze, des ruhigen Schlafs und des Fieberfrosts?

17) Dem Vorhergehenden gemäfs, erklären sich folgende zum Theil alltägliche Erscheinungen: Ein Ofenschirm, dessen dem Ofen zugewendete Seite mit geglättetem Metallpapier (z. B. Goldpapier) überzogen ist, wirft die Wärme am vollständigsten zum Ofen zurück; in Stubenöfen oder in der Wand hinter denselben angebrachte parabolische Nischen, werfen einen beträchtlichen Theil der empfangenen Wärmestralen in paralleler Stralen zurück, und erwärmen die gegenüberstehenden Wände, Fufsböden (nach Maafsgabe ihrer Gegenstellung) gleichförmig, die gewölbten Kuppeln der Reverberieröfen werfen die Wärmestralen zu denen im Ofen befindlichen Gefäfsen zurück (analoge Wirkung der Muffeln) enge Thäler mit oben zum Theil vorragenden Felswänden werden durch Wärmerückstralung schwül; stark geheitzte Oefen machen ihre grofse Intensität besitzende Stralwärme dem Gemeingefühl durch die unangenehme Empfindung der Gähhitze kenntlich; vorragende Eismassen hoher Gebirge, des Eismeers etc., werfen einen Theil ihrer Stralwärme von sehr geringer Intensität (Kälte) den Thälern und Meeresflächen zu; Thee, Kaffe, Punsch, Wasser etc. bleibt in polirten Metallkannen oder Schalen, desgleichen in glattem Porzellan- Steingut- oder Fajence-Geschirr länger warm, als in angelaufenen, oder auswendig rauhem Metall- etc. Geschirr, und erkaltet am schnellsten in dem von Aussen mit Rufs beschlagenem Geräthe (aus gleichen Gründen auch leicht im unglasurten, matten Wedgwoodgeschirr etc.); Oefen mit polirten Stahl- oder Eisenwnden, desgleichen jene mit glasurten Kacheln heitzen langsamer und schlechter, als jene mit matten Aussenflächen; Heitzungskanäle der Treibhäuser, wärmen leichter, wenn sie von Aussen mit (Holzrauch nicht durchlassendem) gemalenem Trafs bekleidet und mit Rufs angestrichen, als wenn sie mit glatten Aussenwänden versehen sind; die Röhren der Dampf- und Luftheitzungen, die Metallplatten der Dampfrösten etc. müssen aus- und inwendig und die Metallkessel, Töpfe etc. inwendig möglichst rauh gerieben seyn, wenn sie schnell die ihnen zugeführte Wärme abgeben sollen; durch Flufssäure auf den Innen- und Aussenflächen matt geätzte Glasgeschirre theilen die ihnen gewordene Aussenwärme den in ihnen eingeschlossenen Substanzen leichter mit, als jedes glatte Glasgefäfs etc.

18) Die stralende Wärme scheint es vorzüglich (vielleicht nur allein) zu seyn, welche von schweren, anziehenden Materien aus den

Umgebungen herbeigezogen und an und in dergleichen Materien ohngefähr so angssammelt wird, als dieses beim Lichte von Seiten der Phosphoren (durch Insolation) geschieht. Directe Anfragen auf dem Wege des Experiments vermogte ich bisher darüber noch nicht aufzuwerfen, gedenke jedoch späterhin hinreichende Muse zu erhalten, um z. B. zu erfahren, ob in der möglichst vollkommen hergestellten Guerikeschen Leere aufgehängte Leiter, von den sie berührenden parallelen Wärmestralen um sich condensiren und der darauf von Aussen her künstlich abgekühlten Glashülle der Leere nach einiger Zeit wiederum zuwerfen, und in wie fern hiebei die verschiedenen Leiter von einander abweichen? Die Erde selbst scheint aber ein großer Wärmecondensator zu seyn; denn wäre sie dieses nicht, so müßte sie mit jedem Momente einen Wärmeverlust erleiden, der bald hinreichen würde, ihr sämmtliches Wasser erstarren zu machen; da das Sonnenlicht wahrscheinlich wenig oder gar keine Wärme von der Sonne mitbringt, sondern seinen geringen Wärmegehalt erst aus der von ihm durchstralten Atmosphäre schöpft und die übrige Wärme aus der (Licht einsaugenden) Erdsubstanz entbindet. Die Stralwärme der Erde würde nemlich theils von der dünneren höheren Luft verschluckt werden (gemäß dem Gesetze, daß die Capacität für die Wärme mit der Volumserweiterung wächst), theils auch in die sog. Himmelsleere entstralen, und letzteres dort am stärksten, wo die Erdoberfläche die größte Schwunggewalt hat, weil der Umschwung heißer Körper auch die „Entstralung" befördert, und um so mehr, je größer die Geschwindigkeit desselben ist. — Ausserdem dürften folgende Phänomene, wenigstens zum Theil, der Wärmecondensation ihr Entstehen verdanken: a) die Reibungswärme (vergl. 564). Wär diese Erfolg der Auspressung, so müßte die Wärmecapacität der Geriebenen durch das Reiben abnehmen; aber als Rumford einen Kanonenlauf unter Wasser anbohren ließ, und des letzteren Temperatur dadurch binnen $2\frac{1}{2}$ Stunden von 12,4° R. bis 80° R. stieg, hatten die dabei (in unverhältnißmäßig geringer Menge abgefallenen) Drehspäne noch die vorige Wärmecapacität, was nicht der Fall gewesen seyn könnte, wenn auch, wie Dalton meint (Neues Syst. d. Chemie übersetzt von Wolf I. 113.), der ganze Kanonenlauf durch das Anbohren eine Compression erlitten haben sollte; Davy's Versuche mit geriebenem Eise (Gilbert's Ann XII. 540.) zeigen aber gerade das Gegentheil, denn die gegengeriebenen Eistheilchen schmolzen, giengen also in Materie von größerer Wärmecapacität über, und dennoch hatte sich während der Zeit des Versuchs die Temperatur der Umgebung nicht geändert. Das Reiben selbst scheint daher nur die Ziehkräfte (Cohä-

sionskräfte) mehr zu entbinden und zu bestimmen, über die Gränze des Geriebenen zu jener des Reibenden hinaus zu wirken (vielleicht analog der Art, wie z. B. + M eines Magnets das herührende unmagnetische Eisen bestimmt, ihm gegenüber — M: Ziehwerth zu entwickeln) während sie zuvor nur innerhalb ihrer eigenen Grenze sich ziehend äusserten? b) die Wärme beim Entbinden des Salpetergases; der grofsen Menge von Wärme ohngeachtet, welche das Gas zu seinem Werden bindend der Wahrnehmung entzieht, zeigt sich dabei eine so beträchtliche Temperaturerhöhung, dafs sie jener, welche bei der Condensation des Gases durch Sauerstoffgas entbunden wird, wenigstens gleich kommt; sind es die noch im Hinauswirken begriffenen chemischen Ziehkräfte des werdenden Gases, welche um die Substanz desselben Wärme condensiren? c) Thillay zeigte, dafs bei gewissen Verhältnissen der Mischung von Alkohol und Wasser, das Gemisch nicht zusammengezogen, sondern mehr ausgedehnt erscheint, also auch gröfsere Wärmecapacität besitzt, und dennoch ist die Temperaturerhöhung während dessen Werden beträchtlich; Journ. des Mines XXIX. 1811. Wie verhalten sich in dieser Hinsicht jene Metallgemische, deren Dichte unter jener des berechnenden Mittels herabsinkt? Vergl. m. Syst. d. Chem. S. 54. d) Schwefel und Kupfer entwickeln bei ihrer chemischen Einung Feuer, ohngeachtet das Gemisch ein gröfseres Volum hat, als es besitzen sollte, wenn es nur Gemenge gewesen wäre; Berzelius in Gilbert's Ann. XXXVII. 229; e) tropfbare Salpetersäure und ätherische Oale entwickeln Feuer, wiewohl, ausser weniger Kohle, das meiste in Gas (Wassergas, Salpetergas, Stikgas, Kohlensäuregas) übergeht. — Wenn auch angenommen werden kann, dafs in denen unter b — e aufgeführten Fällen ein beträchtlicher Theil der beobachteten (zuvor chemisch gebundene) Wärme entwickelt ist; so läfst sich hievon nicht der ganze Wärmebetrag ableiten; ist aber dieser hievon nicht ableitbare Antheil den Umgebungen entnommen, so kann er in denselben nicht füglich als von der Luft absorbirte, oder als geleitete Wärme existirt haben — weil sonst die Substanz der Umgebungen kälter geworden seyn müfste; sondern mufs entweder nur als Stralwärme zugegen gewesen, oder der während des Mischens angezogenen Electricität entzogen worden seyn. Die letztere Meinung würde voraussetzen, dafs die bei der Mischung von den Gegenziehern angezogene Electricitäten nicht erst Wärme aufgenommen; sondern bereits damit beladen mitgebracht haben, wogegen die hieher gehörigen Erfahrungen über Luft- und Reibungselectricität zu streiten scheinen (wiewohl das Erglühen der Schliefsungsdräthe galvanischer Säulen von einigen Physikern von jener Wärme abgeleitet wird, welche

die E der Säule den feuchten Leitern entzogen und latent gemacht haben sollen; ohngeachtet das Erwecken des Magnetismus in jenen Dräthen dem durch die E aus der Drathsubstanz bewirktem Ausscheiden von Wärme zuzuschreiben, und die Glühungswärme jener Dräthe dieselbe seyn dürfte, die ihnen zuvor eigen war, und deren Stelle jetzt hinsichtlich der ursprünglich magnetischen Reaction des Metalls durch die E ersetzt worden ist. Würde das Eis hinreichend E leiten, so würde es in magnetischer Hinsicht, sich, während es die Stelle des Schliefsungsdraths einnehme, verhalten, wie das Metall (Falls in ihm nicht schon durch die grofse Menge Sauerstoff der Magnetismus dem Gleichgewichte sich nähert) und ähnliches Verhalten dürfte sich noch im kalten Wasser bis zu $4\frac{1}{3}$ o C. zeigen, im wärmeren Wasser hingegen vermifst werden, theils weil darin mehr Wärme vorhanden ist, als hinreicht die der magnetischen ähnliche — Starrheit und Krystallisation bedingende — Gegenziehung chemisch gleichartiger Substanz zu wältigen, theils weil die etwa durch die E ausgeschiedene Wärme sogleich wieder vom umliegenden Wasser gebunden wird. — Bereits in meinem Grundrisse der Chemie (Heidelberg 1807. 8 S. 288. Anm.) machte ich darauf aufmerksam, dafs, wenn die Centralwärme der Erde beweisbar existire, diese hauptsächlich durch die Zunahme der Luftdichte und Luftzusammendrückung im Innern der Erdrinde bedingt seyn müsse, indem sich hinsichtlich der freien Wärme in der Tiefe das umgekehrte dessen zeige, was die höheren Regionen der Atmosphäre rücksichtlich der Kältezunahme darbieten. Indefs ist dieses, füge ich jetzt hinzu, schon darum nicht die einzige Quelle jener Centralwärme, weil sie sonst merklich abnehmen müsse, was doch z. B. bei der Temperatur der heifsen Quellen nicht der Fall ist, wiewohl nicht zu bezweifeln steht, dafs die Ursache jener Tiefen-Wärme sehr verbreitet seyn mufs, und vielleicht mit vulkanischen Heerden in Verbindung steht, deren Vulkane statt in weite Crater sich zu öffnen, in enge Quellenspalten zu Tage ausgehen? Ohne Zweifel mufs solche Tiefen-Wärme dort beträchtliche Veränderungen hervorbringen, wo die Masse des unteren Gebirges ungleich leitend, ungleich flüchtig und ungleich Wasserhaltig ist, und wo ausserdem noch flüssiges (durch seinen eigenen Druck schon beträchtlich verdichtetes und dadurch ebenfalls Wärme aussonderndes) Wasser, dem Einflusse solcher entbundenen Wärme preisgegeben ist. Wasserverdunstungen und Hinaufschnellen von glühend heissem Wasserdampf, Wasserzersetzungen durch Kohle, Eisen etc., Auflösungen von bei niederen Druckgewalten unlöslichen Gesteinen etc. werden zunächst als Folgen jener Innenwärmung der Erde zu betrachten seyn, und heifse Quellen z. B. werden schon

aus diesem Grunde eine weit tiefere (den Heerden der Vulkane an Tiefe beikommende) Bildungsstätte haben müssen, als dieses bei kalten Mineralquellen der Fall ist. Meine Untersuchungen der Emser, Wiesbadener und Schlangenbader heifsen Quellen, in Verbindung mit den geognostischen meines gelehrten Freundes des Oberbergrath Stift in Wiesbaden, und mit jenen chemischen, welche ich z. B. über den Gehalt der kalten Quellen Fachingens u. m. a. Sauerbrunnen Nassaus auf höhere Veranlassung ausführte, und über welche ich in der Folge den Naturforschern ausführlichen Bericht abstatten werde, haben diese Ansicht vollkommen bestätigt, sowohl durch die aufgefundenen gewichtigen Bestandtheile, als auch durch die diesen correspondirenden und von mir gemessenen Gehalte an chemisch gebundener Wärme; desgleichen durch das Verhalten im galvanischen Schliefsungskreis, in der siderischen (electromagnetischen) Kette, und in der Guerikeschen Leere.

19) Bei den meisten Phosphoren scheint das Leuchtende nicht sowohl reines Licht, als vielmehr „Feuer mit Uebersehufs von Licht" zu seyn: wenigstens spricht dafür jenes Verhalten z. B. der Phosphoren durch Erwärmung, welchem zufolge sie — ähnlich den rauhen oder in Spitzen auslaufenden und den geschwärzten Wärmestralern — ihr Licht schneller entlassen, wenn ihre Oberfläche matt und schwarz ist, als wenn sie glatt und weifs war. So sah Wedgwood (Gren's Journ. d. Phys. VIII. 97.) thönerne Cylinder in höherer Temperatur schneller phosphoresciren, und binnen kürzerer Zeit wieder dunkel werden, wenn sie, statt farblos zu seyn, geschwärzt worden waren. Gegeneinander geriebener trockner Quarz, Glas etc. erzeugen während des starken Leuchtens schwarze Körperchen (absolut zertrümmerte oder alkoholirte Quarztheilchen, ähnlich dem schwarzen Phosphorpulver in Thenard's Versuch? Vergl. S. 502.), das Leuchten ist schwächer, wo diese Körperchen nicht zu Stande kommen, sondern der Reibstaub weifs erscheint: nemlich beim Reiben unter Wasser; m. System d. Chemie S. 142. Vielleicht wirkt auch in mehreren Fällen der Wärmungsphosphorescenz ein geringer Wassergehalt, theils die Umwandelung des Lichtes in jene Feuer-Art bedingend, theils die Entstralung dieses Feuers begünsigend (letzteres, indem der geringe Wassergehalt zwar Aufreifsung nach mehreren Richtungen und damit Rauhigkeit der Flächen voraussetzt — weil er durch, oftmals unter starker Aussenwärmung, veranstaltete Verdampfung zu Stande kam — aber nicht jenen Zusammenhang der Flächentheile zuläfst, welcher bei gänzlicher Entfernung des Wassers in der oftmals sehr beträchtlichen Cohäsion der ausgebrandten Theile, z. B. im Thon, aber auch in dem in ganzen

Stücken gebrandten Kalk wirkt, und in den wasserreichen Substanzen durch Wasseranziehung vermittelt wird)? Wenigstens sprechen für diese Vermuthung DESSAIGNE's und P. HEINRICH's hieher gehörige schöne Versuche, denen zufolge weder solche Krystallinische Erwärmungs-phosphorescenz darbieten, welche beim Erwärmen im eigenen Krystall-wasser schmelzen, noch solche, welche zuvor durch Ausglühen alles Wassers beraubt worden sind, sondern nur jene, welche hinsichtlich ihres Wassergehalts zwischen beiden Extremen schwanken. Ausserdem spricht für die Lichtfeuer-Ausstralung P. HEINRICH's Beobachtung, daſs mäſsiges Erhitzen durch Kohlfeuer die Phosphorescenz erhöhe; dessen Phosphorescenz d. Körp. I. Abth. §. 65. u. §. 61 u. 62. und DESSAIGNES im Journ. de Phys. 1810. 450 ff. Merkwürdig schien mir auch in geognostischer Hinsicht P. HEINRICH's Beobachtung, daſs bereits ausgeglühte oder ausgebrandte Körper durch Erwärmen nicht zur Phosphorescenz gebracht werden können, zumal, da die Lava, Leuzit, vulk. Zeolith sich diesem Gesetze gemäſs verhielten, und der Basalt, wenn er in ganzen Stücken zum Vers. angewendet wurde, ein analoges Verhalten zeigte (P. HEINRICH a. n. O. II. Abth. § 158 u. 251.; §. 19. 21 u. 17). Glimmerschiefer, Grünstein und Granit vom Fichtelberge zeigten zwar in ganzen Stücken ein ähnliches Verhalten, aber in kleinen Stücken war ihr Leuchten beträchtlich mehr andauernd, und bei einigen auch um Vieles stärker, als bei dem zertheilten Basalt; so daſs ich hier nochmals fragen möchte: ob das Verhalten der Gebirgsarten (der Basalt ist doch wohl nur eine durch spätere Einflüsse zur innigsten Mengung gebrachte Ur-Gebirgsart?) in Beziehung auf Erwärmungs-Leuchten, nicht eins der Kriterien der Vulkaneität, vorzüglich der Trappegebirgsarten, zu gewähren vermöge? Vergl. m. Syst. d. Chem. S. 135.

20) Die zähen (klebrigen und dadurch an die Bedingungen der Starrheit — I S. 49 ff. — erinnernden) Oele, scheinen durch Wärme-Condensation (ohne beträchtliche Wärmeabsorption) den einen Bestandtheil des Leuchtungsfeuers zu liefern, wenn sie, gegen feste Substanzen bewegt (nach DESSAIGNES auch in der Guerike'schen Leere und im Kohlensäuregas; J. de Phys. 1810. 455.) schwach phosphoresciren.

21) Können gewichtige, räumlichen Widerstand leistende Materien sich so innig mit stralenden Potenzen verbinden, daſs sie — wenn auch in äusserst kleinen Mengen zugegen — mit diesen Potenzen selbst stralend werden? Und können demnach stralend Licht und stralende Wärme, neben Mitwirkung der in ihnen durch erregende Anziehung entwickelten Gegenziehung (S. 488 ff.) Abänderungen erleiden, welche

von mitverbundenen, durch die Verbindung unschwer gewordenen und ausser derselben gewichtigen Substanzen bewirkt worden? Einige Erscheinungen des Lichtes, desgleichen der die Glühhitze auf beträchtliche Fernen begleitende, nach Maafsgabe der Verschiedenheit der Wärmequelle ungleiche Geruch, und annoch unvollkommene Beobachtungen über das Verhalten des Moschus-Blumen- etc. Duftes zu Hohlspiegeln, scheinen vorstehende Fragen zu bejahen; sollten spätere (im Plane entworfene, aber noch unausgeführte) Versuche bestätigend ausfallen, so würden sie dem Naturforscher ein neues Feld der Forschung darbieten, indem sie eine über den Gaszustand hinausgehende höhere Zustandsform kennen lehrten; in welchen die Substanzen 1) dem Schwerzuge nicht mehr unterliegen, sondern 2) einander stralend (selbst in gröfste Fernen) zugeführt werden können, und so einen Verkehr des Einzelnen mit dem Ganzen sichern, von dem man zuvor keine Ahndung hatte. Vieles schliefst sich hier an, was aber, da der entscheidende Versuch noch abgeht, besser unangedeutet bleibt. Nur daran möchte ich vor der Hand noch erinnern, dafs in Leidenfrost's Versuchen das Stralfeuer mit seiner überflüssigen Wärme nicht nur die Adhäsion des Wassers aufhebt (und daher den Tropfen als Einzelkugel erscheinen läfst), sondern auch die Drehung der Wasserkugel nur dadurch hervorbringen dürfte, dafs das (vielleicht Metall-haltige) Stralfeuer einen Theil der den inneren Gegenflächen des Metalls adhärirenden Luft aus und gegen die Kugel treibt? Vergl. oben S. 604. Auch knüpfet sich hieran vielleicht Böckmann's Beobachtung, der zufolge die Leiter von mittlerer Güte ihre durch Sonnenlicht erzeugte höhere Temperatur langsamer verlieren, als eine ähnliche durch dunkele Wärme erzeugte, und dafs die Metalle sich hierin gerade umgekehrt verhalten; Böckmann's Ueber Wärmeleitung. Carlsruhe 1812. 182.

22) Ueber Begränzung der Wärmeverbreitung in den Flüssigkeiten durch mechanisches Erschweren der inneren Bewegung, z. B. mittelst Vermehrung des Zäh- oder Klebrigseyns etc.; vergl. Rumford a. a. O. u. Soquet in Gilbert's Ann. VI. 407. Thomson ebendas. XIV. 129.; Murray ebendas. 158.; Dalton 184.; Parrot XVII. 257. 369. XXII. 148. u. Berthollet's Statique chimique I. 457. — Erhitzung in hölzernen Gefäfsen. Centralfeuerungen.

23) Sind jene Begrenzungen von der Art, dafs sie vorzüglich dem Entstralen der Wärme entgegenwirken, so können sie dadurch a) zum Theil sehr auffallende Wärmeanhäufungen und umgekehrt, wenn sie gänzlich beseitigt wurden, b) in ihren Folgen nicht minder merkwürdige Wärmeverminderungen hervorgehen machen. Zu a) gehört un-

ter andern das Nichterscheinen des Thaues (und Reifes) bei bewölktem Himmel und windigem Wetter, und das Verschwinden des schon erzeugten bei eintretenden Bedeckungen des Himmels, oder auch nur der nächsten Umgebungen der bethauten Körper. Die Unterfläche in horizontaler Richtung auf Rahmen gespannter Leinwand, die Innenwände der Holzbedachungen der Gartenlauben etc. erscheine nicht mit Thau belegt, während oftmals die oberen Aussenflächen der genannten und ähnlicher Gegenstände vom Thau vollkommen genäſst sind. Aehnlich verhalten sich die unteren Flächen der Pflanzenblätter zu den oberen. In finsteren (durch Wolkenbedeckung Wärme zurückstralenden) und windigen (durch Luftbewegung Wärme zuführenden) Nächten, fand Wells das kurze Gras niemals kälter als die Luft, wohl aber in hellen, heiteren und ruhigen Nächten (wo man auch, auf dem Grase ruhend sich am leichtesten erklätet; wie ich aus eigner Erfahrung weiſs), wo das Thermometer oftmals auf dem Grase mehr als 6° R. niedriger zeigte, als ein anderes 4 Fuſs vom Boden in freier Luft hängendes; Schweigger's Journ. XXII. 187 ff. b) Ein in solchen Nächten der Luft ausgesetzter Körper, bedeckt sich nicht etwa nur Morgens und Abends, sondern zu jeder Stunde der Nacht mit Thau; indem er mehr Wärme entstralt, als er in Stralform zurück erhält, und ihm durch (fehlende) Luftbewegung keine Wärme, oder doch weniger, als er verloren, zugeführt wird. Einer heiteren Nacht, in welcher es am häufigsten thaute, folgt, vermöge des groſsen Feuchtigkeitsgehalts (und vielleicht auch wegen Entführung eines Theils der Wärme der oberen Regionen durch das der Erde schief vorbei gehende Licht der sich ihrem Aufgange nähernden Sonne) ein nebliger Morgen, und zur Frühlings- und Herbstzeit (und besonders zur letzteren) ist Thaubildung häufiger, als im Sommer; weil da der Temperaturunterschied der Tages- und Nachtzeit am gröſsten ist, und die Kälte selbst ist insofern nicht Folge, sondern Ursache des Thaues, als mit Verminderung der Wärme die derselben entgegenwirkenden Anziehungen (also auch die Adhäsionsanziehung und mithin die hygroskopische Beschaffenheit, oder Feuchtziehung; I. Bd. III. Cap.) vergröſsert werden. Darum erkalten die Körper bevor sie bethauen. Befinden wir uns in einer Umgebung, welche heiſser ist, als unsere (durch Wärmeentstralung und Verdunstung kältere) Oberhaut, so kann sie an unbekleideten Stellen nicht Schweiſs- sondern nur Thau-bedeckt werden; Fälle, die innerhalb der Wändekreise selbst bei hellem Tage möglich werden dürften. Aus Thier- oder Pflanzensubstanz verfertigte Hygrometer werden aus gleichen Gründen, wenn sie der Luft be hellem Himmel ausgesetzt sind, einen höheren Feuchtigkeits-

grad angeben müssen, als die Atmosphäre wirklich besitzt; auch kann die Wärmestralung der das Merkur einschliefsenden gläsernen Thermometerhülle (Falls nicht ein Schirm die gsradlinige Richtung derselben gegen den Himmel hindert) ein Fallen unter die Temperatur der umgebenden Luft zu Wege bringen. Tritt man des Nachts aus dem Zimmer in die freie, heitere und ruhige Nachtluft, so ist das Gefühl von Kälte (WELL's Beob. gemäfs) auch bei gleicher Temperatur der umschlossenen und der freien Luft gröfser, als am Tage, weil zur letzteren Zeit mehr Wärme zu unserem Körper zurückstralt, als zur ersteren; ebenso ist jenes Gefühl gröfser bei heiterem, als bei trübem Himmel, lebhafter auf dem Lande, als in den durch grofse Häuser etc. viel Wärme zurückstralenden Städten etc.; a. a. O. 205. Der Schnee schützt die von ihm bedeckten Flächen nicht nur durch schlechte Wärmeleitung, sondern auch dadurch, dafs er das Wärmeentstralen des Bodens, z. B. in windstillen und heiteren Nächten verhindert. Wenn PLINIUS und PLUTARCH u. A. dem Mondlicht die Eigenschaft der „Fäulnifs-Beschleunigung" zuschreiben, so irren sie vielleicht darum nicht, weil in mondhellen Nächten die fäulnifsfähigen Körper von einer gröfseren Menge Thau bedeckt werden, als bei trübem Nachthimmel, und daher den folgenden Tag der Wärme desselben die nöthige Wassermenge darbieten, welche zur Fäulnifs-Einleitung und -Beschleunigung erforderlich ist. — Auch die künstliche Eisbereitung in Bengalen (oben S. 567. Bem. 11.), während der Nacht und bei einer Temp. über 0° C. ist WELL's geneigt nur von der grofsen Wärmeentstralung des Wassers abzuleiten; SCHWEIGGER's Journ. a. a. O. 207. Bei der Nachahmung des Verfahrens, welche W. zu London in gläsernen und porzellanenen Gefäfsen ausführte, erhielt er auch Eis und in einem Versuche sogar (auf 2 Unzen) 3 Gran mehr, als er Wasser angewendet hatte; zum Beweifs, dafs nicht Wasserverdunstung die nöthige Kälte erzeugt hatte. Indefs mochte diese dennoch neben der Wärmeausstraluug mitwirken, und nur die starke Feuchtziehung des kalten Glases etc. führte den in Dunst verwandelten Antheil wieder herbei, wobei die ausgeschiedene Dunstwärme durch das Glas etc. theils den Umgebungen zugestralt, theils zugeleitet wurde?

24) WELLS folgert aus seinen Versuchen, dafs Materien, welche die Wärme schlecht leiten, aber gut entstralen, unter den bemerkten Bedingungen (im Schatten schon vor Sonnenuntergang) gegen den klaren Himmel mehr Wärme ausstralen, als sie zurück erhalten (wirken auf ähnliche Weise auch jene unter dem Namen der Frostableiter bekannten Strohseile, welche mit dem einen dünnen Ende z. B. einen Baum umfassen, und mit dem andern dicken in Wasser tauchen, das dadurch

zur Winterszeit angeblich eher gefriert, als strohfreies Wasser?) und dafs mithin die Fähigkeit bethaut zu werden, mit dem Wärme-Entstralungsvermögen der Materien im geraden und mit dem Leitungsvermögen im umgekehrten Verhältnifs stehe. Dieselben Metalle, welche in LESLIE's Versuchen die gröfste Wärme-Entstralung zeigten, waren es auch, welche in WELLS Versuchen am leichtesten bethauten, und umgekehrt; und dieselben Metalle, welche am besten leiten, stralen gewöhnlich am wenigsten aus, und widerstehen daher der Bethauung am längsten. Beklebt man zwei Fensterscheiben mit Stanniol, die eine auf der äusseren, die andere auf der inneren Fläche, so zeigt die aussen belegte auf der gegenüber stehenden Glasfläche keinen nassen Beschlag, während derselbe auf der inneren Stanniolfläche der zweiten Scheibe häufig erscheint, Falls überhaupt der ganze übrige Theil des Fensters beschlagen war. Entstralen der Wärme bei chemischen Mischungen (daher die Bestimmung der Mischungswärme sehr schwürig) und dem dahin gehörigen Löschen des Kalks; desgleichen aus organischen Körpern; z. B. aus der Haut der Neger etc. Verschiedenes Entstralungsvermögen der Hölzer, Früchte etc. und davon zum Theil abhängiges Erfrieren der letzteren, bei verschiedenen Graden der Kälte. Vergl. auch: W. C. WELLS Vers. über den Thau und einige damit verbundene Erscheinungen. Nach des dritten engl. Ausg. übers. von J. C. HORNER. Zürich 1821. MUNCKE's u. SERTÜRNER's Einwürfe; vergl. des ersteren Programm: Sacra Natal. M. D. Carol. Friderici, d. XII. Novbr. 1819. Heidelbergae. p. 17. (dessen HORNER gedenkt) und Anfangsgr. d. Naturl. Zweite Abth. und des letzteren Neueste Entdeck. und Bericht. im Gebiete der Phys. u. Chemie 1820. I. 462. —

C) Von den Wirkungen der Kälte und der Wärme auf die Anziehungs- und Abstofsungs-Verhältnisse der übrigen Naturwesen.

§. 182.

Die Wärme wirkt den Ziehgewalten ein und desselben Naturwesens in der Regel um so mehr entgegen, je gröfser ihre Intensität ist. Es kommt dabei entweder nur zur Entgegnung (so dafs ziehende Substanz und Wärme auseinander bleibend und von getrennten Raumpunkten

aufeinander wirkend, sich wechselseitig zum Beharren im räumlich Entgegnen bestimmen) oder zur Ausgleichung, d. i. zum Wechselwirken in denselben Raumpunkten, oder, wie gewöhnlich, sowohl zum Entgegnen, als zum Ausgleichen.

1) Die geleitete und noch mehr die durch Reiben condensirte (S. 609.) Wärme ist befangen im Entgegnen, die (Starre oder Tropfbare) ausdehnende hingegen im Ausgleichen; die Ausdehnung der Gase ist nicht Erfolg der Herstellung des Gleichgewichts zwischen Ziehgewalt und Wärme, denn dieses Gleichgewicht war schon beim Eintreten des Gaszustandes gegeben, sondern der Anhäufung von freier Wärme. Hiernach wirkt die Wärme auf zweierlei Weise ausdehnend; einmal, indem sie sich nach nnd nach mit denen den körperlichen Zusammenhalt bedingenden Ziehkräften ins Gleichgewicht stellt, und zweitens, indem sie sich jenseits dieses Gleichgewichts gegen die bereits durch Wärme hinsichtlich jener Ziehkräfte ausgeglichenen Substanzen abstoſsend verhält. Das letztere Verhalten sagt aus, daſs die freie Wärme ein Wesen ist, dessen Eigenschaften zunächst durch Repulsionskräfte bedingt werden. Das Abstoſsen selbst deutet aber auf mechanischen Widerstand, woraus für die Natur der Wärme hervorgeht, daſs dieselbe den Raum-erfüllenden, gewichtigen Materien näher steht, als das Licht; denn wärmeloses Licht, z. B. Mondlicht, durchstralt die Durchsichtigen ohne die mindeste räumliche Ausdehnung hervorzubringen.

2) Ein und dasselbe beständige Gas dehnt sich bei gleich bleibenden Druck durch gleichviel Wärmezusatz um gleichviel Raumgröſse, d. i. gleichförmig aus. Diese Ausdehnung beträgt nach Dalton und Gay-Lussac (Gilbert's Ann. XII. 261. XIV. 266.) nicht nur für die trockne atmosphärische Luft von 0° C. bis 100° C., sondern auch für alle übrigen Gase, zwischen beiden festen Punkten des Thermometers 0,375; Indeſs lehren die Versuche eines Schmidt (Gren's Journ. IV. 320.) Flauguergues (Journ. d. phys. LXXVII. 273. LXXXII. 404. LXXIII. 209.) Muncke (dessen phys. Abh. 146.) a) daſs nur bei den übrigen trocknen Lüften die Ausdehnung durch Erwärmung von 0° C. bis 100 C. jener der atmosphärischen Luft so nahe kommt, daſs man beide für gleichwerthig nehmen kann (wiewohl sich erwarten läſst, daſs für weitere Temperaturabstände, z. B. von 0° C. bis 2000° C. die Ausdehnungen jedes eigenthümlichen Gases eine dem

stöchiometrischen Werthe seiner gewichtigen Substanz, der Menge seiner chemisch gebundenen Wärme und seines gebundenen Lichtes entsprechende Abweichung von den Ausdehnungsgröfsen der übrigen Gase gewähren werden) b) dafs hingegen die reinen Dämpfe des Wassers, Alkohols und Schwefeläthers sich durch gleiche Wärmezusätze stärker ausdehnen, als die Lüfte (nach MUNCKE a. a. O. 212, 255 u. 340., bei gehöriger Entfernung vom Maximo der Dichte, ist die Ausdehnung beim Wasserdampf = 0,41, beim Weingeistdampf = 0,4731 und beim Aetherdampf = 2,226. Die letzteren beiden Dämpfe gehören aber Substanzen an von einer gröfseren chemischen Zusammensetzung, als die des Wassers, und letzteres ist — z. B. verglichen mit Wasserstoffgas und Sauerstoffgas — ebenfalls von einer mehr zusammengesetzten Natur) und c) dafs dieses Abweichen der Dämpfe von dem Ausdehnungs-Gesetze erwärmter Lüfte mit ihrer Zustands-Unbeständigkeit zusammenhängt; denn Wasserdampf nahe der Temperatur, bei welcher er in tropfbares Wasser übergeht, dehnte sich in MUNCKE's Vers. um mehr als 1,70 seines Volums aus; 5° höchstens 10° von diesem Temperaturpunkte entfernt, war die Ausdehnung mehr als 0,643; mehr als 10° davon entfernt, war sie = 0,410016 (nach FLAUGUERGES = 0,411), Gemische von Luft und Dampf bieten eine Wärmungsdehnung dar, welche nach Maafsgabe der Zunahme der Dampfmenge gröfser ist, jedoch dem arithmetischen Mittel der Wärmungsdehnungen beider entspricht. Sogenannte „trockne atmosphärische Luft" zeigte eine Wärmungsdehnung = 0,392788125; eine Zahl, welche bis auf eine verschwindende Gröfse mit jener übereinstimmt, welche Schmidt für gewöhnliche atmosphärische Luft durch manometrische Versuche (vergl. HAUF's physiocrat. Briefwechsel I. 1. ff. und LAMBERT's Pyrom. §. 89.) und welche DALTON für seine angeblich trockne (hiernach aber noch etwas feuchte) Luft gefunden hat.

3) LITTROW (v. LINDENAU und BOHNENBERGER's Zeitschrift für Astron. II. 1. H.) gelangte durch eine auf 1555 einzelne Beobachtungen der bedeutendsten französ. Geometer gebaute Berechnung der astronomischen Stralenbrechung zu dem Ergebnifs, dafs die von GAY-LUSSAC aufgefundene Zahl für die obenbemerkte Ausdehnung der atmosph. Luft noch vermindert werden müsse, wenn sie den Coefficienten dieser Ausdehnung mit höchsteö Genauigkeit angeben soll. Es kann daher 0,375 nur als annehmbares Maximum der Wärmungs-Luftdehnung betrachtet werden. — Diese Luft-Dehnung = 0,375 ist hiernach für 1° C. = 0,00375, für 1° R. = 0,004687, und für jeden Grad der Fahrenheitschen Skale, zwischen deren Eis- und Siedepunct 0,002083; d. h. wird Luft von einer beliebigen zwischen 0° C. und 100° C. fal-

lenden Temperatur um 1° C. erwärmt, so beträgt die ihr dadurch ertheilte Volumserweiterung 0,00375 ihres vorigen Raumsumfanges. (Nach Gilbert mufs aber jenen 0,375 noch 0,0052 zugesetzt werden, weil Gay-Lussac bei seinen hieher gehörigen Angaben nicht auf die Ausdehnung des Glases der Gefäfse Rücksicht genommen, deren Gröfse eben gedachte Zusatzzahl gleich kommt; 0375 + 0,0052 = 0,3802. Gilbert's Ann. XII. 396.).]

4) Muncke's Vers. zufolge (Schweigger's Journ. XXII. 1 ff.) nehmen mehrere Arten von Dampf, wenn man sie mit atmosph. Luft zusammenfliefsen läfst, einen kleineren Raumsumfang ein, als die Summe ihrer einzelnen Raumsumfänge vor dem Zusammenfliefsen beträgt; was beweifst, dafs sie durch chemische Anziehung aufeinander gewirkt haben, während sie zusammenflossen; denn gemäfs ihrer Cohäsionswirkungen vermochten sie es nicht, da diese durch die Wärme bereits aufgehoben war. Auch erklärt sich hieraus, wie in einem der M'schen Versuche mehr Dampf in einen luftvollen, als von einem luftleeren Raum aufgenommen werden konnte, und warum nicht mehrerlei Dämpfe mit einander (weder in der Leere, noch im lufterfüllten Raume) bestehen können, ohne zum Theil ausgeschieden zu werden; a. a. O. Hutton beobachtete eine ähnliche Ausscheidung (von Wasser), als er gleiche Massen feuchter Luft von sehr verschiedener Temperatur vermischte; ähnlich jenem Salpeterniederschlage, der erfolgt, wenn zwei gesättigte, aber ungleich heifse wässrige Salpeterlösungen mit einander vermischt werden.

5) Die erwähnte Luftdehnung durch die Wärme kann (nach Fischer, dessen Darstellung und Kritik der Verdunstungslehre nach den neuesten, besonders den Daltonschen Versuchen. Berlin 1810. 8. S. 22.) als einziges richtiges Maafs der Wärme gelten, sofern diese Ausdehnung lediglich eine Wirkung der Wärme und keinesweges ein durch die Gegenwirkung anderer Naturwesen bedingter Erfolg ist. — Schliefst man (Gay-Lussac und Dalton zufolge) die der Erhitzung unterworfenen Gase, für sich während der ganzen Erhitzungsdauer, in einen Behälter von gleich bleibendem Cubikinhalt, so stehen die Aenderungen der Ausdehnsamkeit (Expansivkraft oder exp. Elasticität) durch die Wärme im gleichen Verhältnifs mit den Temperaturveränderungen des Gases. Das gleichförmige Ausdehnen der Gase, beweifst übrigens, dafs die Wärme an sich dehnend oder abstofsend ist, und dafs sie die Ausdehnung der Raumerfüller nicht etwa dadurch vermittelt, dafs sie die repulsive Grundkraft der Materie frei mache, indem sie sich der anderen Grundkraft bemächtige.

6) Wäre das Raumerfüllen (und die damit verbundene Leistung mechanischen Widerstandes) der Gewichtigen, lediglich Erfolg der in ihnen Punkt für Punkt einander entgegen wirkenden Grundkräfte (der Attractiv- und Repulsivkraft), so müfsten die Gase ungewichtig seyn, da in ihnen nicht nur so viel Wärme wirkt, als hinreicht, die Cohäsion aufzuheben, sondern ausserdem noch freie Wärme vorhanden ist, deren Expansivkraft die Ausdehnsamkeit derselben zu erhöhen vermag. Da es nun aber noch problematisch ist, ob überhaupt Gewichtige durch Verbindung mit stralenden Potenzen (Stralwärme, oder auch Strallicht; vergl. S. 613.) selbst stralend und damit ungewichtig (d. i. dem Erdzuge nicht folgend) zu werden vermögen, so müssen wir bisherigen Erfahrungen gemäfs annehmen, dafs die Wärme wohl die Cohäsionskräfte ins Gleichgewicht zu bringen und jenseits dieses Gleichgewichts dieselben sich unterzuordnen vermöge, keinesweges aber jene Kräfte, durch welche die Gewichtigen raumerfüllend erscheinen. Mit dem Raumerfüllen selbst ist aber zugleich das Phänomen der Schwere (Gravitation) gegeben, und wir dürfen daher auch für dieses Grundverhältnifs aller Raumerfüllenden in Beziehung auf die Wärme folgern, dafs es von der Wärme nicht gewältigt zu werden vermöge, mithin mit derselben nicht in Wechselwirkung stehe. Und da die Schwere nur in sich selbst (z. B. die eines Weltkörpers in jener eines gegenübee befindlichen) und in der Schwungbewegung (I. S. 189.) einen Beschränker und Wältiger ihrer Wirkungen findet, und nicht von einem besonderen Prinzip (einen sog. schwermachenden Urstoffe) erzeugt wird, sondern in allen Raumerfüllern im Verhältnifs ihrer Massen wirkt, diese aber durch die Wärme in sich wohl räumlich entfernt (ausgedehnt) aber nicht aufgehoben (oder zum Verschwinden gebracht werden) können, so scheint schon hieraus hervorzugehen, dafs die Wärme nicht Kräfte besitze, welche jenen Kräften entgegenwirken, durch welche das Gewichtigsein der Raumerfüller bedingt wird. Auch dürfte aus dieser Betrachtung folgen, dafs die Wärme nicht blofse Kraft, sondern — nach Art aller übrigen Eigenwesen — ein selbstständiger Träger von Kräften sey, und dafs sie, obwohl negativ cohäsiv, doch nicht negativ schwer erscheine. Vergl. S. 551. Bem. 2. Als Bergmann vorschlug, nicht die fühlbare, sondern die latente Wärme dadurch zu messen, dafs man Wasser bei einer Temp. von 32 F. in einem Zimmer von gleicher Temperatur wöge, dann vollkommen gefrieren lasse, und das entstandene Eis aufs Neue (bei einer Temp. von 32° F. und in ebenso kalten Umgebungen) der Wägung unterwürfe, und Fordyce (a. a. O. und Transact. phil. 1785.) diesen Vorschlag mit in einer dünnen hermetisch verschlossenen Kugel eingeschlossenem Wasser von 3¼ Unzen Ge-

wicht ausführte; und das Eis wiederholt um fast $\frac{1}{16}$ Gran (beinahe $\frac{1}{25600}$ = des Ganzen) und das bis zu 22° F. erkaltete sogar um $\frac{1}{10}$ Gr. auf seiner $\frac{1}{1000}$ Gran angebende Wage leichter fand, schien sich die Wärme zu verhalten, als eine „positiv schwere" Substanz (um so mehr, da im ersteren Fall, das Eis selbst einen gröfseren Raumsumfang als das tropfbare Wasser hatte, und — vorausgesetzt, dafs diese Raumserweiterung auch auf das Gefäfs dehnend wirkte: durch Vertreiben einer gröfseren Luftmenge aus dem vom Gefäfse eingenommenen Raume — gerade das Gegentheil, nemlich Leichterwerden des Eises, hätte zeigen müssen; I. S. 302.), indefs gieng aus der näheren Betrachtung dieser und der ähnlichen Vers. Rumford's, Gouvenains und Lavoisier's hervor, dafs dabei Irrthümer vorgefallen seyn mufsten, denn der erstere fand z. B. in späteren, mit gröfseren Mengen angestellten Versuchen, nicht den geringsten Gewichtsunterschied.

§. 183.

Sofern es keinen Raumerfüller giebt, der nur eine Art von Ziehkräften, z. B. nur Cohäsionskraft, oder nur Mischungskraft etc. besäfse, sondern vielmehr in jedem Gewichtigen verschiedene Arten von Ziehbestimmungen miteinander vorkommen, jede dieser Ziehkräfte aber ein ihrer Natur entsprechendes eigenthümliches Wärme-Wältigungsvermögen besitzt, so wird theils der Mengenunterschied der bei der Ausgleichung gewältigten Wärme, theils das Maafs der Stärke oder der Beständigung, mit welchem die bestimmte Wärmemenge durch die eine oder die andere Ziehkraft hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die übrigen Ziehkräfte zur Ruhe gebracht wurde, auf die verschiedenen Eigenwerthe (oder besonderen Naturen) derjenigen Ziehgewalten schliefsen lassen, welche überhaupt der Wechselwirkung mit der Wärme fähig sind.

1) Wird z. B. magnetisches Eisen erhitzt bis zum Verdampfen,

so wird ein Theil Wärme mit den magnetischen, ein anderer mit den krystallmagnetischen (Starrheit bedingenden) und ein dritter mit den annoch im geschmolzenen Eisen wirkenden Cohäsions-Ziehkräften ausgeglichen, und wäre der durch heftigste Hitze endlich erzeugte Eisendampf ein permanentes Gas, so würde zu dessen Werden auch noch ein vierter Wärmeantheil durch chemischen, oder Mischungsgegenzug gebunden worden seyn.

2) Die Wärme scheint aber durch einige dieser verschiedenen Anziehungsgewalten selbst in ein Gegenziehendes verkehrt zu werden, insofern sowohl die chemische und electrische Ziehung als auch die magnetische und krystallmagnetische: Ziehungsgegensatz voraussetzt, während die Cohäsion ohne diese Selbstentgegensetzung der ihr zugehörigen Ziehkräfte, mit vollkommener Gleichheit ihrer selbst, zu Stande kommt. Denn es ziehen mischend sich nur an, die Chemischungleichartigen, ausgleichend + E und — E., indifferencirend + M und — M., spannend + KM (Krystallmagnetismus) und — KM, aber im reinen, ungemengten Tropfbaren giebt es keine sog. polaren Gegensätze, sondern hier ist Ziehungsart und Ziehungsgröfse Punkt für Punkt gleich; I. S. 49. und dies. B. S. 487. Bem. 31. b. und 488. Bem. 31. g.

3) Nur in den Lüften ist die chemische Ziehung der gewichtigen Substanz mit der Gegenwirkung der Wärme ausgeglichen, und daher letztere aus ersteren nur dadurch wieder entwickelbar, dafs der chemisch wirkenden Gassubstanz ein Vertreter der Wärme von bekannter gröfserer chemischer Gegenwirksamkeit dargeboten wird. Um daher den stöchiometrischen Werth der Wärme zu finden, darf nicht jene Wärme zum Maafsstabe gewählt werden, welche z. B. zunächst vorzüglich nur dem Krystallmagnetismus und der Cohäsion das Gleichgewicht gehalten hatte, wie dieses z. B. bei jener Wärme der Fall ist, welche aus tropfbarem Wasser (von 0° C.) während der Kalklöschung, oder während der Mischung des Wassers mit Schwefelsäure entweicht (wiewohl bei dieser Mischung wenigstens die Ziehung der Starrkräfte nicht mit ins Spiel kommt, und das Mitwirken der Cohäsionskräfte mefsbar seyn, und sich leicht mit in Rechnung nehmen lassen dürfte) oder es sey denn, dafs man von der freiwerdenden Wärme jenen Antheil abzöge, welcher lediglich in Folge der Erstarrung des Wassers im werdenden Kalkhydrat aus dem Wasser entlassen wird, oder bei der Säureverdünnung ausmittelte, wieviel von der entlassenen Wärme als zuvor chemisch gebundene zu berechnen sey, wenn man jenen Antheil addirt, welchen die Säure dadurch bindet, dafs sie als verdünnte Substanz an Wärmecapacität zugenommen, und den abzieht, den

das Wasser durch die erlittene Verdichtung hergegeben hat. Demnach scheint es, dafs man die wahre Menge der nur chemisch gebundenen Wärme kennen lernen würde, wenn man z. B. trocknes Wasserstoffgas und trocknes Sauerstoffgas zu Wasser verbrennte, die dabei entwickelte Wärme mäfse, und von derselben soviel abzöge, als erforderlich wäre, um das erzeugte Wasser in ein Gas (Wasserdampf) umzuwandeln, von einer (mittleren) Ausdehnsamkeit und Temperatur, die übereinstimmte mit jener, welche das Gemenge beider Gase vor der Verbrennung gehabt hatte. Was nach diesem Abzuge noch an Verbrennungswärme übrig bleibt, ist zuvor in den Gasen gebunden gewesen, und für den Wasserstoff durch die chemisch gegenwirkende Substanz des Sauerstoffs, und für den Sauerstoff durch jene des Wasserstoffs verteten worden. In demselben Verhältnifs, in welchem beide Grundstoffe mit einander Wasser bilden, werden auch die Mengen der chemisch bindbaren Wärme stehen, in welche sich beide Stoffe theilen, wenn sie wieder für sich erscheinen; d. h. der Sauerstoff wird von der nach der eben bemerkten Berichtigung übrig bleibenden Verbrennungswärme eine Verhältnifsmenge aufnehmen, welche der stöchiometrischen Zahl des Wasserstoffs, und der Wasserstoff eine, welche der chem. Zahl des Sauerstoffs entspricht; so dafs, wenn z. B. die gesammte Menge der übrig gebliebenen Verbrennungswärme = 100° C. ist, davon $87\frac{1}{2}$ als dem Sauerstoff zugehörig und $12\frac{1}{2}$ als dem Wasserstoff ukommend zu rechnen sind. Vergl. hiemit die Bestimmung des stöchiometr. Werthes der Wärme in m. Grundzügen S. 355. Bem. 6. und die Tabellen A und B oben S. 573, desgleichen S. 580—581.

4) Gesetzt 1 Pf. Wasserstoff (= 2 Maafs) und 7 Pf. Sauerstoff (= 1 Maafs) verbrennen zu 8 Pf. Wasserdampf (= 2 Maafs) und entwickeln dabei so viel Wärme, als erforderlich ist um 400 Pf. Eis zu schmelzen, d. i. 30000° C. (I. 130. Bem. f.), so gehen von dieser Wärme — wenn wir annehmen, dafs zu dieser Schmelzung jene 8 Pfund Wasser selbst zu Eis geworden sind — ab: a) für die Schmelzung von 8 Pf. Eis = 8 × 75° = 600°; b) für die Erhitzuug von 8 Pf. Wasser von 0° C. bis zu Wasser von 100° C. = 8 × 100° = 800° und c) für die Umwandelung von 8 Pf. siedend heifses Wasser in 8 Pfund Dampf = 8 × 566° C. = 4528° C.; 600 + 800 + 4528 = 5928° C.; 30000 — 5928 = 24072. Nach Abzug jener Wärme, welche man zu betrachten hat, als erforderlich, um den Starrungs- und Tropfenbildenden Ziehkräften in den Wasserbestandtheilen das Gleichgewicht zu halten; bleiben mithin noch 24072° C. für das chemische Gleichgewicht übrig; und während es vielleicht gelänge (z. B. durch Pression) aus den bemerkten Mengen der genannten Gase 4528° C. und durch weitere

Entwärmung bis zum Erstarren noch 1400° C. zu entnehmen, würden noch 24072° C. als weder durch mechanische Gewalt noch durch kältere Umgebungen entziehbare, chemisch gebundene Wärme übrig bleiben.

5) Da nun chemisch gebundene Wärme nur durch ein drittes Chemisch-Wirksames ausgeschieden werden kann, welches sich mit jener Materie, welche die Wärme im chemischen Gleichgewicht hielt, vermöge gröfserer chemischer Ziehbestimmung, zu einen vermag, so folgt, dafs die S. 571 u. ff. bestimmten Eigenwärmen, verschieden sind von der chemisch gebundenen Wärme der Materien: wiewohl ohne Zweifel zwischen beiden gesetzliche (der weiteren Bestimmung bedürfende) Verhältnisse obwalten. Wenn $12\frac{1}{2}$ Gewth. Wasserstoffgas und $87\frac{1}{2}$ Gewth. Sauerstoffgas 100 Th. Wassergas bilden, die Eigenwärme des Wassergases aber = 3,1360, für 100 Th desselben also = 313,6; die des Wasserstoffgases = 12,3401 $\times$ $12\frac{1}{2}$ = 154,25125; die des Sauerstoffgases = 0,8848 $\times$ $87\frac{1}{2}$ = 77,42 ist, und es bliebe nun die Wärmecapacität der Wasserbestandtheile nach der chemischen Verbindung ungeändert, so müfste sie sein = 154,25125 + 77, 42 = 231, 67125. Da nun die von 100 Th. Wassergas = 313,6 — 231,6 = 82 gröfser ist, so hätte eine diesem Ueberschufs der Wärmecepacität des Wassers entsprechende Kälte erzeugt werden müssen, wenn die Mischungswärme von Wasserstoff und Sauerstoff aus der Aenderung der Wärmecapacitäten hätten entspringen sollen.

6) Die erwähnte Verbrennung scheidet zugleich Licht aus. Gemäfs denen S. 260 — 264. erwähnten Beobachtungen, scheint der Lichtgehalt der Grundstoffe im „umgekehrten Verhältnifs ihres Wärmegehalts" zu stehen; in den Lüften, dürfte dieses Verhältnifs des Licht- und Wärmegehalts das Bedingende der permanenten Ausdehnsamkeit seyn, und so viel der Lichtgehalt im Sauerstoffe beträgt, eben so grofs wird der Gehalt an chemisch gebundener Wärme im Wasserstoffe seyn, und umgekehrt wird die Wärmemenge im Sauerstoff der Lichtmenge im Wasserstoffe gleichen. Die stöchiometrischen Werthe des Lichtes und der Wärme wären hiernach bestimmbar durch das Mischungsverhältnifs der gewichtigen Wasserbestandtheile, also 1000: 125 (oben S. 325.). Gesetzt es bänden sich Licht und Wärme gemäfs ihrer gegenseitigen stöchiometrischen Werthe chemisch, so würde ein Gemisch entstehen, welches weder leuchtete, noch wärmte (da seine Bestandtheile ihr Stralungsvermögen durch Gegenzug gegenseitig bis zum 0 erschöpft haben) und welches mithin hinsichtlich seiner Nicht-Wahrbarheit und seiner Nicht-Raumerfüllung sich verhalten würde, wie das

o E. Angenommen nun, das o E wäre ein solches Gemisch, so müfsten + E und — E nicht nur durch quantitative Ungleichheit ihrer gleichwerthigen beiden Bestandtheile sich unterscheiden, sondern indem z B. + E weniger Ziehlicht besäfse, würde es dagegen im nicht gezogenen (oder angesammelten), sondern im Bewegungszustande aus der Umgebung mehr Licht als Wärme, und das — E mehr Wärme als Licht condensiren und beide E müfsten Feuer bilden, Falls sie sich dabei den condensirten stralenden Potenzen unterordneten etc. Es sprechen zwar für diese Hypothese manche Phänomene der beiden E, aber es fehlt an (synthetisch) beweisenden Versuchen. Wären diese gegeben, so würde z. B. klar seyn, warum die Electricität nur an und in Raumerfüllern vorkommt (denn diese enthalten theils nur die Bedingungen der Umwandelung des Strallichtes und der Wärme in gegenziehende Potenzen, theils sind sie die wahren Wärmeträger, und Feuer, o E und Wasser würden insofern eine gewisse Aehnlichkeit ihrer Grundbestimmungen darbieten, als im letzteren dieselben Potenzen, verbunden mit wägbarer Substanz und derselben untergeordnet, im Ziehungsgleichgewichte existirten, während dasselbe Gleichgewicht, aber ohne Wägbares im o E gegeben, und im sichtbaren und fühlbaren Feuer, Licht und Wärme sich im Stralungsgleichgewichte befänden. Gebundenes Feuer und o E wären dann nur insoweit verschieden, als ersteres zwar auch aus im Ziehungsgleichgewichte beharrender Lichtwärme, aber an gewichtige Substanz gebunden bestände, letzteres hingegen ohne diesen an den bestimmten Raum fesselnden Träger der Theilung harrte. Vergl. I. 129 — 131 ff.

7) Mit Beziehung auf das Vorhergehende erinnern wir noch an folgende, zum Theil noch genauer Prüfung bedürfende Beobachtungen: a) Electrisirung beschleunigt nicht die Wärmeausstralung (S. 604 ff.) aber wohl die Verdunstung; Strohseile beschleunigen die electrische Entströhmung oder Electricitäts-Entführung; vergl. Lapostolle Ueb. Blitz- und Hagelableiter aus Strohseilen. A. d. Franz. Weimar 1821. 8. Aber meinen Versuchen zufolge, ist es die wenige, auf grofser Fläche verbreitete Feuchtigkeit des Stroh, welche in dergleichen Vers. mit Halbleitern das E absorbirt und so schnell zum Verschwinden bringt: denn an eine Beschleunigung des Entströhmens des E, nach Art der Wärmeentstralung aus rauhen Flächen dürfte hiebei wohl kaum zu denken seyn. b) Nach Thénard's (meinen Erfahrungen gemäfs mit nicht geringen Schwürigkeiten verbundener) Methode bereitetes oxydirtes Wasser entwickelt, bei Berührung des Silberoxyds, unter Explosion und Feuer-Entbindung eine grofse Menge Sauerstoffgas. Die Hyperoxyde des Mangan und Bley, die vollkomme-

nen Oxyde des Kobalt, Palladium, Gold, Iridium, Kupfer u. m. A., veranlassen ähnliche Zersetzungen. Ebenso fein zertheilte Metalle (z. B. Silber, Platin, Gold, Osmium, Iridium, Rhodium, Palladium); jedoch tritt bei diesen, so wie bei den Zersetzungen durch weissen Blutfaserstoff, durch zerstückte Lungensubstanz, Häute etc. (Thenard in Gilbert's Ann. LXVI. 1 ff. u. Ann. de Chim. et de Phys. XIV. 221.) die Austreibung des Gases ohne Feuerentwickelung ein. (Glatte unzertheilte Metalle, z. B. ein polirtes Zinkkupferplattenpaar, welches ich, Behufs electromagnetischer Versuche, mit oxydirtem Wasser näfste, dessen Sauerstoffgehalt dem Volum nach das 128fache des Wassers betrug, erlitt, bei einer Temperatur von fast 5° C., durch die augenblickliche Berührung keine merkliche Zersetzung; wiewohl in der Folge das Zink stark oxydirt wurde; rauh gefeiltes Kupfer zersetzt es hingegen schon für sich, aber nur schwach, so, dafs es den Anschein gewinnt, als ob die Fähigkeit das oxydirte Wasser zu zersetzen mit dem Wärmeentstralungsvermögen in Verhältnifs stehe? c) + E zündet brennbare Substanzen leichter an als — E; Donndorff's Vers. zufolge ist, z. B. Phosphor durch — E gar nicht (nach Andern nur mit Mühe) zu entzünden, und wenn von Metalldräthen durch den elektr. Funken nur ein kleiner Theil geschmolzen wird, so ist es in solchem Falle nur das mit + E Beleg der Flasche verbundene Drathende, welches schmilzt (und ähnlich verhalten sich auch die galv. geschmolzenen Metalle in Beziehung zu dem + E Pol der Säule); d) wenn in verdünnter Luft beide E mittelst zwei Kugeln von demselben Metalle einander genähert werden, so leuchtet nach Beccaria nur die + E Kugel (vergl. auch I. S. 263. und Hildebrandt's hieher gehörige Vers. a. a. O.). e) Tremery's Vers. zufolge ist das — E weniger intensiv und weniger elastisch als + E; daher es in seinen Vers. in der gewöhnlichen Luft beim Zusammenströmen mit + E weniger sichtbar wird, als in der Guerikeschen Leere, wo beide E mehr gleichförmig leuchtend erscheinen; wiewohl das — E nach Hildebrandt auch in dieser Leere schwächer leuchtet; Schweigger's Journ. 295; f) derjenige Antheil der E, welcher die bald phosphorisch, bald schwefelicht, bald lauchartig riechenden Emanationen bildet, scheint mehr dem Stralungsgesetze zu unterliegen, als der nicht riechbare Antheil, und gleich anderen ähnlichen Emanationen (wie in Leslie's Vers.) der Concentrirung durch Hohlspiegel fähig zu seyn (?) g) in Children's Vers. (oben S. 85. u. Ann. de Chim. 1815. Nota 124.) leuchteten diejenigen — der galv. Einwirkung preisgegebenen Metalle — nicht, welche schmolzen, z. B Zink, Zinn, Bley, wohl aber die nicht schmelzenden z. B. Platin; h) Harz, Siegellack, Schwefel, werden durchsichtig, wenn man sie hinreichend

electrisirt; Hawksbee: Experiments physico-mechanicals, 15 ff.; i) die mit entgegengesetzten E geladenen Conductoren der Maschine, verlieren ihre Ladung ganz (?) wenn die Flamme einer brennenden Kerze zwischen sie gestellt wird (Priestley's Gesch. d. Electr. 402 ff.) hingegen keineswegs durch zwischen befindliche dunkele Wärme oder kaltes Licht; k) aus Gautherot's Vers. scheint hervorzugehen, dafs die einzelnen E der Poldräthe einer galv. Säule aufhören chemische Zersetzungen zu veranlassen. wenn jedes der E, bevor es mit Hülfe eines Leiters zur Flüssigkeit gelangte, genöthigt wird eine Flamme zu durchströmen, ohne dafs die E dadurch ihre Wirkung auf das Electrometer einbüfsen (?) so dafs sie durch die Flamme denen E gänzlich trockner Säulen ähnlich werden; vergl. hiemit Erman's Vers. oben S. 12. u. S. 148 ff.; l) es sind die schwarzen Metalloxyde, welche in der galv. Spannungsreihe die edlen Metalle zu vertreten vermögen; desgleichen die Kohle, Graphit etc.; m) Kälte schwächt die Wirkung der Säule (Ritter in Voigt's Mag. II. 379. IV. 95.), obgleich die Temperatur der Säule, während der ganzen Dauer des Versuchs, sich gleich bleibt; Simon in Gilbert's Ann. X. 399.; Electrisirmaschinen verlieren in grofser Kälte alle Wirkung; heftige Kälte der nächsten Umgebung, soll nach Monge ein Kerzenlicht verlöschen und Magnetnadeln sollen zwichen gorfssen Eismassen (auf in der Polnähe befindlichen Schiffen) ihre polarische Stellung verlieren und jede ihnen willkührlich ertheilte beibehalten; desgleichen die Anziehung der Schwefelsäure zum Wasser bei einer Temp. von 5° bis 6° — o verschwinden; vergl. Guyton in v. Crell's Ann. 1790. I. 148; n) Gase, welche sich aus einer Mischung scheiden, erscheinen vorzugsweise an (in die Flüssigkeit getauchten) festen Körpern, z. B. Glasstäben etc.; Oerstedt in Gehlen's Journ. f. Phys. u. Ghem. I. 276.; Rumford's und Morozzo's Beob. über Entbindung des im Wasser gelösten atmosphärischen Sauerstoffgases, an Baumwollenfäden, Glasfäden etc. durch Sonnenbeleuchtung, a. a. O. II. 159. o) in einer Glasröhre eingeschlossenes Eisen wird durch Erhitzung weit mehr leuchtend, als das Glas selbst, während statt des Eisens eingeschlossenes Gold, Glas, Porzellan sich der Röhre gleich verhalten; Wedgwood in Gren's Journ. VIII. 106 u. 104.; p) es ist ferner dasselbe (grofse Capacität für Magnstismus und gr. Cohärenz besitzende) Eisen, welches in Pfaff's u. Berzelius galv. Vers. die gröfste Andauer der galv. Erregung zeige, indem es z. B. in des letzteren Vers. als E Poldrath gebraucht, nach dem Ausheben aus der Kette noch lange fortfuhr die Lös. des schwefels. Kali zu zersetzen, während der gleichzeitig ausge-

hobene + E Zinkdrath sich unthätig verhielt (als beide Dräthe aus Silber bestanden, wirkte nur der + E Drath nach dem Ausheben noch zerlegend fort, der — E Drath hingegen nicht) GILBERT's Ann. XXVII. 286 ff., PFAFF in GEHLEN's Journ. f. Phys. u. Chem. V. 82 ff.; q) Phosphor verpuft mit salpeters. Silberoxyde durch den Schlag, aber nicht, wenn er mit demselben in einen rothglühenden Tiegel geworfen wird; BRUGNATELLI in SCHERER's Journ. I. 608.; r) BERZELIUS sah verschiedene stibiumsaure Metallsalze bei beginnender Glühung lebhaftes Feuer entwickeln, und in dem Maafse, wie diese Entwickelung statt hatte, nahm die Innigkeit ihrer chemischen Verbindung zu, denn während sie zuvor leicht zu zersetzen waren, wurden sie jetzt weder von Alkalien noch von Säuren angegriffen; SCHWEIGGER's Journ. VI. 169.; s) wird wasserfreies Ammoniak durch schwach rothglühende Porzellanröhren getrieben, so bleibt es unzersetzt, es zerfällt hingegen (vermöge mit wirkender Electricität?) in seine Bestandtheile, sofern die Röhre Feilstaub, Platin, Glasstückchen etc enthält, ohne dafs diese Substanzen mit dem einen oder anderen seiner Bestandtheile sich verbänden (sondern sie scheinen dabei vorzüglich durch electrischen Gegenzug, oder durch gleichnamige Elektrisirung beider Bestandtheile des Ammoniak zu wirken) 1 Th. Eisen wirkt dabei so viel als 3 Th. Platin, und zwischen beiden Metallen stehen Kupfer, Silber und Gold; t) in DAVY's Vers. gab die Kohle — als Fortsetzung des Poldraths der galv. Batterie — die glänzendsten Lichterscheinungen (ohne zu verbrennen), ihr folgte Eisen, Platin, Gold, Kupfer, Zink; eine Reihenfolge, welche keinesweges jener der electrischen Leitung entspricht (I. S. 462.); DARWIN leitete einen Luftstrom durch die kleine Oeffnung einer stark erhitzten Röhre in einen Kasten, welcher auf der entgegengesetzten Seite einen optischen Apparat zum Beschauen der Röhrenmündung hatte; der Luftstrom selbst gewährte seinem (zuvor im Dunkelen für geringe Lichtintensitäten empfindbar gemachten) Auge kein Leuchten, wohl aber bemerkte er dergleichen an einen Goldstück, welches er ½ Zoll weit von der inneren Röhrenöffnung aufgestellt hatte; es verbreitete binnen wenigen Sekunden einen glänzenden Schein; BLACK's Vorles. a. a. O. vergl. damit P. HEINRICH's Vers. in dessen Phosphorescenz der Körper I. und m. System der Chemie S. 131.) starke Sonnenwärme bewirkte in HERSCHEL's Vers. kein Leuchten: a. a. O.; v) Kohlen leuchten durch Schütteln (ROBIN in d. Ann. de Chim. t 35.) schwarzes zuvor an der Sonne gelegenes Tuch durch Schlagen (MUSCHENBROECK Introd. II. §. 1620.); w) fein geriebener Blutstein wurde im Glase nur dort, wo er

dasselbe berührte, durch einfallendes Licht schwarz und metallisch glänzend; Lucius in Göttling's Taschenb. 1797. 10.; x) Rumford's Vers. zufolge entwickelten zwei einander bis zur gegenseitigen Berührung genäherte (und sich dadurch wahrscheinlich erhitzende) Flammen weit mehr Licht, als die Summe ihrer Lichtmenge betrug, wenn sie getrennt branndten; Schweigger's Journ. IX. 240.; y) die aus organischen Substanzen abstammenden Pyrophore (desgleichen nach Charpentier in grofser Menge aufbewahrte feuchte Eisenfeile) entzünden sich nur, wenn sie in Menge aufgehäuft werden; ebenso Schwefel mit Eisenfeil und Wasser, und, nach Kunkel, Schwefel, Kupferfeile und Feuchtigkeit; Kupferspähne und conc. Salzsäure erhitzten sich meinen Beobachtungen zufolge, unter ähnlichen Bedingungen sehr beträchtlich; z) Kupfer wird (nach Stahl und Kunkel) durch Rösten mit Hornspähnen und ähnlichen Ammoniak entbindenden Substanzen gelblich oder weifslich und sehr spröde, und in Thenard's Vers. erlitten Eisen und Kupfer durch Ammoniakgas ähnliche Veränderungen, ohngeachtet zwischen Metall und Gasbestandtheilen keine chemischen Verbindungen statt hatten; Singer bemerkte Aehnliches am Platin im Wasserstoffgase und ich sah Gold- und Platindräthe im Kreise der galv. Säule ähnlichen Veränderungen unterliegen (oben S. 134. Bem. 20.); aa) eisartiges Vitriolöl schmilzt schnell durch Schütteln mit Merkur, langsamer durch berühren von Silber und am spätesten, wenn es auf Eisen liegt; vergl. hiemit die Wärme Stralungsverhältnisse der Metalle (S. 601.) und ihre electrische Spannungsreihe (ob. S. 315.); bb) Merkur wird, unter Beibehaltung seines Metallglanzes durch Berührung von in Wasser gelösten min. Chamaeleon (unter Ausscheidung von braunem Manganoxyd) zähflüssig und bei Erneuung der Lösung häufig fest; vergl. damit oben S. 113 u. ff. das Verhalten des Merkur am Oxygenpol.

8) Bruguatelli's Meinung zufolge verbindet sich der Sauerstoff auf zweierlei Art mit den Brennbaren, nemlich entweder als wärmeleerer oder als wärmehaltiger; letzteren nennt er Wärmesauerstoff oder Thermoxygen. Substanzen, welche den letzteren ganz unzersetzt aufnehmen, entwickeln dabei kein Feuer (z. B. der mit Sauerstoff in Salpetersäure übergehende Stikstoff; die mit Wasserstoffgas geschwängerte Kohle, welche in Rouppe's Vers. — Scherer's Journ. III. 305. — durch Sauerstoffanziehung Wasser bildete; der unter Sauerstoffabsorption Wasser erzeugende Saft des wurzelnden Sumachs — Rhus rad.; van Mons a. a. O. VI. 166. etc.) jene hingegen, welche nur den Sauerstoff aufnehmen, machen dadurch die Wär-

me frei; z. B. die Entzündung des Nelkenöls mit Salpetersäure; der Kohle und des Schwefels mit derselben, im salpeters. Kali des Schiefspulvers enthaltenen Säure etc. Indessen oxydiren sich viele Substanzen auf Kosten derselben Säure ohne merkbare Feuerentwickelung, und umgekehrt sind zum Einen des Stikstoffs mit dem Sauerstoffe zur Salpetersäure Substanzen nöthig, welche Licht spendende Electricität darbieten, oder solche, welche Licht durch Insolation anziehen, z. B. Kalk; welches zeigt, dafs das Licht bei den Sauerstoff-Verbindungen nicht weniger thätig ist, als die Wärme; und das bei den Sauerstoff-Verbindungen frei werdende Feuer (Lichtwärme), entspringt sowohl aus dem Sauerstoffe, als aus der brennbaren Substanz; s. oben S. 626.

9) Aus dem Gegenwirkungs-Verhältnisse von Licht und Wärme zu einander und zur Cohärenz der Körper erklären sich mehrere auffallende Naturerscheinungen auf eine sehr einfache Weise; als Beispiele mögen folgende gelten: 1) Sehr dünne Stahldrehspähne verbrennen angezündet in atmosphärischer Luft unter lebhafter Feuerentwickelung (vergl. S. 236 ff. u. 258 ff.); fein gepulvertes Stibium hingegen in wässrigem Chlorgas „weniger lebhaft als gröblich zertheiltes"; 2) Menschen werden durch andauernden Aufenthalt im Finstern (in Gruben) kachektisch Thiere fett und schlaff, Pflanzen wässrig, bleich oder entfärbt und gewürzlos, sie verändern dabei ihre Form und gehen meistentheils in verflächte und weniger getheilte Gestaltungen über, während Mangel an hinreichender Luft- und Erdwärme sie zugleich verkrüppelt, und (wie auch den Menschen) zu Zwergformen herabdrückt; 3) die fühlbare Wärme der inneren Pflanzensubstanz steigt, wie sich die Capacität der Pflanzen für die Wärme vermindert; dieses Vermindern hat Statt, in dem Verhältnifs, wie sie Licht aufnehmen und latent machen; daher ist z. B. die fühlbare Wärme der Blätter gröfser und deren Eigenwärme geringer, als jene der Theile des keimenden Saamens, wie eigene Beobachtungen mir lehrten (vergl. auch Hermbstädt: Ueber die Fähigkeit der Pflanzen im Winter Wärme zu erzeugen; Magaz. der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde. I. 1807. 8. S. 316 ff.); 4) kaltblütige Thiere haben und erzeugen wenig Festes; nur Knorpel, mehr gallertförmige als feste Muskelsubstanz, weniger Blut und kleineres Hirn als warmblütige. Vögel haben stärkere Knochen, festere Muskeln, und ein Hirn, welches den 20ten bis 30ten Theil der ganzen Körpermasse beträgt, und bei den Sangvögeln ist es verhältnifsmäfsig gröfser, als bei dem vollkommensten Säugthieren. Die unter der Benen-

nung Turgor vitalis bekannte ursprüngliche Lebensäusserung (Cap. VIII.) ist in dem Verhältnifs mehr gesteigert, als die fühlbare Wärme (und der Lichtgehalt?) zu, die Eigenwärme des Individuums abnimmt; 5) die Organismen leiden in den mehr elastischen (weniger brechbaren) Farbstralen, und gedeihen in den mehr brechbaren (weniger elastischen); 6) das Licht wirkt auf Meerzoophyten wie auf Pflanzen gleich stark bewegend, indem es zugleich die innere fühlbare Wärme (durch Entbindung von Eigenwärme) und die Cohärenz der Faser vermehrt; Pflanzen absorbiren das meiste Licht beim Saamenreifen, Zoophyten beim Erzeugen der Keimlinge (Sprossen) vergl. m. Syst. d. Chem. S. 24. 7) Bei Thierorganismen (z. B. bei zu brütenden Eyern) stört die zugekommene Wärme, bei Pflanzensaamen „Wärme und Wasser", bei niederen Pflanzenorganismen (z. B. Moosen, Flechten) das (Wärme haltige) Wasser das Lebensgleichgewicht (a. a. O.) und führt so zur Lebensäusserung; 8) die chemische Zersetzung durch Wärme erfolgt, alles Uebrige gleich gesetzt, in dem Verhältnifs, als die Ungleichheit der Cohärenz der Mischungstheile zunimmt (oben S. 211.); wo letztere gleich cohärent sind (und durch gleiche Wärmemengen ungleich viel ausgedehnt werden) wird die Zersetzung durch Wärme unmöglich. Man darf von diesem Standpunkte aus fragen: ist das Wasser wirklich chemisch zusammengesetzt? da es für sich erhitzt nicht in Ungleichartige zerfällt und sich in dieser Hinsicht den übrigen Grundstoffen (z.B. dem siedenden Merkurium etc.) ähnlich verhält. 9) Nach Erman fällt die Temperatur der Soole während der Sommerwärme, und gleichzeitig vermindert sich damit ihr Salzgehalt (wegen verhältnifsmäfsiger Vergröfserung der Cohärenz des Salzes; Abh. d. K. Ak. d. Wiss. zu Berlin a. a. O.) und umgekehrt nimmt bei verschiedenen künstlichen Salzlösungen die chemische Fassungsfähigkeit des Lösungsmittel mit der Temperatur-Verminderung zu; z. B. tropfbare essigsaure Thonerde läfst erhitzt pulverige, basische essigsaure Thonerde fallen, die sich nach dem Erkalten wieder auflöst; wässrig flüssige kohlensaure Talkerde trübt sich in verschlossenen Gefäfsen erhitzt, wird aber wiederum klar, sobald sie hinreichend kalt geworden; ebenso verhält sich der in Zuckerwasser aufgelöste Kalk, der Kalk zu dem in Wasser gelösten weinsauren Kali-Natron (er löst sich klar auf, fällt aber beim Erhitzen der Lösung bis zum Sieden, als weinsaurer Kalk zu Boden; das Gemisch verdickt sich dabei allmählig und nimmt erkaltend wieder einen Theil des ausgeschieden gewesenen Kalksalzes in sich. Merkwürdig sind in dieser Hinsicht noch folgende Fälle, in denen die Temperaturerhöhung nicht einseitig, sondern für's Ganze Cohärenz ver-

mehrend wirkt: Zinn, und noch mehr Zink werden kurz vor dem Schmelzen spröder; über seinen Schmelzpunkt erhitzter Schwefel gerinnt und mufs einige Zeit in der Kälte stehen, wenn er wieder so flüssig werden soll, dafs man ihn ausgiefsen kann; Gehlen's Journ. f. Phys. u. Chem. IV. 304 u. 309.). 10) Die Flamme (Licht und Wärme entstralender Dampf oder Dunst) scheint, soweit sie wirklich feurig ist, stärkere Adhäsion zu besitzen, als dort, wo sie zwar sehr heifs; aber dunkel ist. Hieher gehört folgender Hook'sche Versuch (dessen Lampas S. 5.): Füllt man eine kleine, etwa 2'' Durchmesser habende Schale bis an den Rand mit Weingeist, zündet ihn an, legt ein kleines Stückchen Papier auf die Mitte desselben (das mitten in der Flamme unangezündet bleibt; welches man am besten wahrnimmt, wenn man das Papier durch eine über die Flamme gehaltene, das Hochsteigen derselben verhindernde Glasplatte beschaut) und taucht nun durch die äussere Flammengrenze eine Röhre bis in die Flammenmitte; so steigt ein Flammenstrom, gleich einem dünnen cylindrischen, aussen feurigen inwendig dunkelen und hier nicht zündenden Häutchen auf; vergl. damit meine Beob. I. S. 350. Bem. 1.

10) Thenard's Vers. über die Zersetzung des oxydirten Wassers durch gute Wärmestraler (oben Bem. 7. b.) erinnern gewissermaafsen an die Zersetzung des Euchlorin, unter Feuerentstralung, in Sauerstoffgas und Chlorgas durch mäfsige Erhitzung, und an die ähnlichen Zersetzungen des Chlorazot etc. die zum Theil mit lebhafter Explosion verknüpft sind; vergl. Cap. VII. u. I. 362. (Feuchtung mäfsigt diese und ähnliche explodirende Wirkungen; indem sie den gröfseren Theil der freiwerdenden Stralwärme bindet, wie dieses am auffallendsten beim Schiefspulver der Fall ist, das in den Vers. des Oberst G. Gibbs (Benj. Silliman: Journ. of Science etc. Vol. I. No. 1. p. 87.) mit $\frac{1}{3}$ gepulv. ungelöschten Kalk gemengt, ebensoviel wirkte, als $\frac{2}{3}$ desselben Pulvers ohne Kalkzusatz gewirkt hatten. (Ueber Vermengung des Schiefspulvers mit Sägmehl zu gleichem Zwecke; d. Gewerbsfr. IV.).

11) Ueber den Zusammenhang der Temperatur des Bodens mit der Gröfse des Vegetationsprocesses, vergl. G. Wahlenberg in Gilbert's Ann. XLI. 115 ff. — Das von Becher zuerst beschriebene Verfahren Salat binnen wenigen Stunden vom Keimen bis zur vollendeten Blattentwickelung zu treiben; Aepfel- etc. Bäume als Scherbengewächse in kurzer Zeit zum Blühen und Fruchttragen zu bringen etc. Beschleunigung der Salpeterbildung durch künstliche Erwärmung der Erde. Die — sich mit dem Alter etwas

mindernde — Blut-Wärme des Menschen ist in der Regel = 36°, 87 C. oder fast 29° R. Thiere sterben in Temperaturen, welche über Siedhitze hinausgeben, während die Menschen darin selbst beträchtliche Zeit hindurch auszudauern vermögen. FORDYCE vermochte in einer Zimmerluft von 126° 666 C. auszudauern; sein Puls schlug bis 139, während ein in seinen Mund gehaltenes (und dadurh dem Athmungsluftstrom und der Verdampfungskühle der Mundfeuchtigkeit preisgegebenes) Thermometer, nur 2 bis 3° F. über die gewöhnliche Mundwärme zeigte. Ein Ey wurde in dieser Zimmerluft hart und Metallgeräth so heifs, dafs man es nicht ohne Verletzung anzurühren vermochte. — WEINHOLD's Beob. zufolge (dessen: Vers. üb. das Leben und seine Grundkräfte auf dem Wege der Experimentalphysiologie. Magdeburg 1817. 8.) befördert die Zerstörung des Cerebellum schnell das Erkalten des Leichnams. Von Aussen zugeführte Wärme zeigte sich in diesen Vers. auf Herz- und Nerventhätigkeit „mehr reitzend", als das Licht. — (Freiwerden der geb. Wärme durch Assimilation, Mangel an Wärmeentlassung beim Fettwerden: LICHTENBERG's Mag. IV. 4. St. 86. Ueber hieher gehörige Beobachtungen vergl. auch: FORDYCE: Vers. über das Vermögen der Pflanzen und Thiere Wärme zu erzeugen und zu binden. Aus dem Engl. (durch v. CRELL) 1778. 8.).

§. 184.

Solange durch Temperaturveränderung weder Wasserverlust, noch Abänderung des chemischen Bestandes eintritt, und solange der Temperaturwechsel weder Zustandsänderung noch Wärmestralungsvermögen merklich abändert, wird jede eigengeartete Materie durch einen bestimmten Wärmezusatz um eine bestimmte, gewöhnlich mit der Dichte der Materie im verkehrten Verhältnifs stehende (mithin bei den Gasen am meisten, bei den nicht metallischen Tropfbaren minder und bei sehr dichten Starren und Tropfbaren z. B. bei den schweren Metallen am wenigsten beträchtliche) Raumgröfse ausgedehnt, und umgekehrt durch Wärmeverlust (Käl-

te) zusammengezogen; eine (scheinbare) merkwürdige Ausnahme von diesem Gesetze macht das tropfbare Wasser.

1) Die Ausdehnbarkeit der Materien durch Erwärmung, nennt man auch ihre Empfindlichkeit für die Wärme; diejenigen, welche von allen übrigen durch gleiche Wärmemengen am meisten ausgedehnt werden, sind die Wärme-empfindlichsten. So ist die durch gleichen Wärmezusatz gegen 8mal mehr Ausdehnung gewinnende atmosphärische Luft, um ebensoviel Mal empfindlicher als das Wasser, und dieses gegen 30 Mal empfindlicher als das Eisen; ebenso Alkohol empfindlicher als Leinöl, dieses mehr als Salpetersäure, welche hierin das Wasser übertrifft, während flüssiges Merkur von letzterem übertroffen wird. Je gröſser die Entfernung des Schmelzpunkts (oben S. 557 559.) vom Siedepunkt ist, um so gleichförmiger erfolgt die Ausdehnung durch gleiche Wärmezusätze; daher ist sie beim Merkur bis zu dessen Siedepunkt gleichförmiger, als beim Wasser; je höher die Temperatur ist, bei welcher ein Tropfbares siedet, um so geringer jene Ausdehnung, welche ihm durch gleichen Wärmezusatz zu Theil wird, und die Ausdehnung jedes Tropfbaren nimmt hiebei um so mehr zu, je mehr sich seine Temperatur dessen Siedenpunkte nähert, wie dieses Neuton's, Blagden's, Kirwan's, Gilpin's, Gr. Rumford's, De Luc's, Lavoisier's und Laplace's und Dülong's und Petit's hieher gehörige Versuche darthun. Die Versuche der letzteren Physiker geben für die Ausdehnung des Merkur von 0° bis 100° C. $\frac{1}{5550}$ seines Vol.; von 0° C. bis 200° C. = $\frac{1}{5425}$; von 0° C. bis 300° C. = $\frac{1}{5300}$. Lavoisier und Laplace setzen die Ausdehnung desselben von 0° C. bis 100° C. = $\frac{1}{5412}$ (Gilbert's Ann. XXVI. 172.) die Londoner Soc. = $\frac{1}{5424}$ (Phil. transact. L. XVII.). Nach Schmidt (Gren's Journ. I. 216. — vergl. auch De Luc, Roy und Hallstroem in Gilbert's Ann. XVII. 197.) dehnen sich folgende Tropfbare zwischen 15° bis 30° R. um die beigesetzten Volumtheile aus:

Wasser	0,01328
Weingeist (Eigengew. 0,827)	0,03973

Terpentinöl	0,03708
Baumöl	0,03017
Kalilauge (K. 1. W. 4.)	0,01512
Salzwasser (S. 1. W. 4.	0,01515

2) Daſs die Ausdehnung um so mehr zunimmt, je mehr sich die Temperatur des Tropfbaren der Siedhitze nähert, beweiſst folgende Tabelle:

Thermometer-stand	Merkur nach Deluc	Schwefel-säure nach Thomson	Wasser nach Blagden	Leinöl nach Neuton	Alkohol nach Gilpin
32° F.	100000		— —	100000	100000
40	100081	99752	—	— —	100539
50	100183	100000	100023	— —	101105
60	100304	100279	100091	— —	101688
70	100406	100558	100197	— —	102281
80	100508	100806	100332	— —	102890
90	100610	101054	100694	— —	103517
100	100712	101317	100908	102760	104162
110	100813	101540	— —	— —	—
120	100[illegible]95	101834	101404	— —	— —
130	101017	102097	—	— —	— —
140	101119	102320	— —	— —	— —
150	101220	102614	102017	— —	— —
160	101322	102893	—	— —	— —
170	101424	103116	— —	— —	— —
180	101526	103339	—	—	— —
190	101628	103587	103617	— —	— —
200	101730	103911	— —	— —	— —
212	101835	— —	104577	107250	— —

3) Mit der Ausdehnung durch die Wärme ändert sich nothwendig auch das Eigengewicht der Materien; vergl, Cap. II. dieses Grundr. Hohle Nebelbläschen die in kalter Luft schwimmen, sinken in heisser unter. Ueber die Gewalt eingeschlossener und erhitzter Luft oder der Dämpfe vergl. Fr. Baader: Versuch einer Theorie der Sprengarbeit, nebst einem Vorschlag zur Verbesserung der Kunstsätze. Freiberg u. Annaberg 1792. — Ueber die Methode: Gefäſse mit enger Mündung (durch Erhitzung) mit tropfbaren Flüssigkeiten zu füllen. — Nach Robins dehnt sich atmosphärische Luft, die beim Eispunct einen C. Z. Raum einnimmt, bei der Weiſsglühhitze des Eisens auf vier C. Z. aus. R's neue Grundsätze der Artillerie, übersetzt von Euler. Berlin 1745. — Die Wirkung der Knallkügelchen. — Ueber

die Ausdehnung verschiedener Luftarten, vergl. PRIESTLEY's Vers. u. Beob. über verschiedene Gattungen der Luft. III. 322. PRIEUR DU VERNOIS Vers. beschrieben von DE MORVEAU; aus d. Franz. übers. in GRENS Journ. d. Phys. I. 599. G. G. SCHMIDT in GRENS N. Journ. d. Phys. IV 570. — Ueber Dunstbläschen-Entstehung vergl. §. 89. ff. u. C G. KRATZENSTEIN von dem Aufsteigen der Dünste und Dämpfe. Halle 1744. 8. DE SAUSSURE's Hygrometrie. Leipz. 1784. 8. §. 198. ff. HILDEBRANDT, der die Bildung dieser Sphäroiden für die Wirkung electrische Polarität hält; dessen Naturlehre. §. 784. S. 607. KRATZENSTEIN stellte die Dunstsphäroiden dar, indem er in eine klare Luft erfüllte gläserne Kugel blies, welche durch ein ledernes Ventil geschlossen war; wurde letzteres mit einer Nadel durchstochen, so flofs die Luft langsam heraus, und die Bläschen erschienen in dem Glase in zellenartigen, die Farben der dünnen Blättchen (oben S. 497.) zeigenden Schichten. Setzt man ein Gefäfs mit heissem Wasser in die Sonne, kehrt dann, die aufsteigenden Dunstmassen beschauend der Sonne den Rücken zu, und betrachtet nun den Dunst mit einer Loupe, so kann man die einzelnen Bläschen deutlich unterscheiden. Ein Tropfbares ist um so flüssiger, je wärmer es ist. GERSTNER in GILBERT's Ann. V. 160.

4) Eine sehr merkwürdige Ausnahme von dem allg. Gesetz der Ausdehnung durch die Wärme macht das Wasser; es hat nämlich als Tropfbares ein Maximum der Dichte, und dehnt sich von diesem Maximo an bis hinab zum Erstarrungsmomente ununterbrochen aus. BEAUMÉ beobachtete diese Ausdehnung des Wassers durch fortschreitendes Erkalten zuerst. DE LUC bestimmte dann messend die Gröfse derselben, und Capt. WILLIAMS (GREN's Journ. VII. 280.) fand B's Beobachtungen bei seinen zu Quebeek angestellten Vers. über das Gefrieren des Wassers in Bomben (und deren dadurch erfolgtes Zersprengen) bestätigt. THOMAS YOUNG und HOGE's Vers. zufolge fällt das Maximum der Wasserdichte bei 3,11° R.; nach LEFEVRE GINEAU bei 3,2° R.; nach HALLSTRÖM und TRALLES bei 3.48° R.; nach BRANDE bei 3,55° R., nach DALTON (der aber die Ausdehnung des Glases seines Thermometers nicht mit in Rechnung brachte) bei 4.7° R. Vergl. GILBERT's Ann. XIII. 292. XX. 592. XXI 458. DE LUC üb. d. Atmosphäre. I. §. 419. Gr. v. RUMFORDS Bemerk. in GILBERTS Ann. I. 356. XX. 369. G. G. HALLSTRÖM resp PALANDER diss. de methodis inveniendi dilatationes liquidorum a calorico Aboae 1801. u. GILBERT's Ann. XIV. 297. Die Unterschiede dieser Angaben scheinen von den ungleichen Barometer- und Hygrometer-Ständen herzurühren, bei welchen die verschiedenen Beob. angestellt wurden. Das Glas-

thermometer zeigt den Punkt der höchsten Wasserdichte bei $4,\frac{4}{9}$° R. Nach Dalton beträgt die Ausdehnung des annoch liquiden Wassers bei 0° R. $\frac{1}{160}$ jenes Volums, welches das Wasser bei seiner gröfsten Zusammenziehung besafs. Ich habe es versucht, diese Ausdehnung als Folge beginnender Krystallisation nachzuweisen (m. Einleitung in die neuere Chem. S. 279.) indem ich annehme, dafs bei der Temperatur des Maximums der Dichte Wärme und Krystallmagnetismus einander im Gleichgewichte halten, bei den Temperaturen unter diesem Maximo hingegen der Krystallmagnetismus anfängt vorzuwalten, und — indem er das Wasser bestimmt sich in Schichtchen zu sondern, deren Kanten einander unter gewissen Winkeln anziehen — dasselbe auszudehnen. Was mich zu dieser Hypothese führte, war der Umstand, dafs das Wasser unter dem Maximo, seiner gröfseren Dehnung ohngeachtet, nicht an Cohärenz (Zähigkeit) verliert, und dafs das Eis selbst mit seiner Ausdehnung jener des eiskalten Wassers sich anschliefst. Nach Blagden (Transact. philos. LXXVIII. 311.) ist auch das Salzhaltige Wasser (gegen Marcet's Meinung; vergl. oben S. 594.) einer ähnlichen Kälteausdehnung unterworfen, nur mit dem Unterschiede, dafs diese Ausdehnung bei tieferen Temperaturen beginnt und endet; als jene des reinen Wassers. B's Vers. zufolge drückt nemlich ein gegebenes Gewicht eines dem Wasser zugesetzten (darin gelöfsten) Salzes, den natürlichen Gefrierpunkt (und damit den Punct des Maximums der Dichte) um eine bestimmte Zahl von Temperaturgraden herab, die verdoppelt wird, wenn man die Salzmenge verdoppelt, und verdreifacht, wenn man das Salz in dreifacher Menge zusetzte etc., wie folgende Tabelle ausweifst:

Verhältnifsgewicht des eine im gegebenen, in allen Versuchen gleichbleibenden Wassergewichte zugesetzten Salzes:	Grade des Gefrierens durch den Versuch bestimmt:	Grade des Gefrierens, berechnet nach dem Ergebnifs des ersten Versuchs:
$\frac{10}{322}$	= 1°,9	1°,9
$\frac{10}{240}$	= 2°,5	2°,6
$\frac{10}{160}$	= 3°,7	3°,9
$\frac{10}{100}$	= 5°,8	6°,2

$\frac{10}{78}$	= 7°,5	7°,9
$\frac{10}{62}$	= 10°,3	10°,0
$\frac{10}{50}$	= 12°,0	12 ,5
$\frac{10}{45}$	= 13°,8	13°,9
$\frac{10}{40}$	= 15°,6	15°,6

Berechnet man hiernach den Gefrierpunkt des Meerwassers, vorausgesetzt, daſs es nur $\frac{13}{486}$ seines Gewichts an salzsaurem Natron enthalte, so findet man — 1°,7; d. i. eine Zahl, die etwas niedriger, als die beobachtete ist, ohne Zweifel, weil das Meerwasser bei dem angegebenen Salzgehalte kein reines salzs. Natron, sondern noch andere Salze, z. B. salzs. Talkerde enthält. Marcet's Vers. zufolge, beginnt die Ausdehnung des Meerwassers unter jener Temperatur, bei welcher das süſse Wasser gefriert, und bei der nach M. das Gefrieren und Salzaussondern des Meerwassers anhebt; s. Ms. Abh. über das Eigengewicht und die Temperatur des Meerwassers etc. vorgelesen in der K. Soc. zu London den 20ten Mai 1819.

5) Folgende Tafel giebt nach Gilpin und Kirwan die Volumtheile an, um welche 100000 Volumtheile Wasser von der gröſsten Dichte (diese = + 3°,89 C. gesetzt) durch Erkalten oder Erwärmen ausgedehnt werden.

— 12°C.100185	+ 10°C.100027	+ 21°C.100198	+ 45°C 101012
1 — 100019	11 — 100037	22 — 100218	50 — 101258
2 — 100012	12 100047	23 100243	55 101517
+ 1 — 100006	13 — 100059	24 — 100268	50 101776
2 — 100003	14 — 100072	25 100292	65 — 102060
3 — 100000	15 — 100086	26 — 100318	70 102352
5 — 100001	16 — 100103	27 — 100346	75 — 102661
6 — 100003	17 — 100120	28 100374	80 102983
7 — 100007	18 — 100137	30 — 100420	85 — 103319
8 — 100013	19 — 100157	35 — 100598	90 103683
9 — 100020	20 — 100176	40 — 104809	100 — 104333

Vergl. oben I. S. 323. und MUNCKE's Vers. dies. B. S 619. — DE LUC (a. a. O.) bemerkte, dafs jene Flüssigkeiten, welche sich beim Gefrieren zusammenziehen, durch gleiche Wärmezusätze gleichförmiger ausgedehnt werden, als die vor und beim Erstarren sich ausdehnenden. Dergleichen beim Erkalten sich gleichförmig zusammenziehende sind, nach DE LUC: Merkur, Baumöl, Leinöl und Chamillenöl; vergl. oben S. 558. Sollte es gelingen, den Weingeist zum Erstarren zu bringen (oben S. 568.), so dürfte dieser ebenfalls ein Maximum der Dichte mehrere Grade oberhalb seines Gefrierpunktes haben. Nach DALTON beträgt die Gesamtdehnung von 100000 Raumtheilen nachstehender Substanzen, bei einer Erwärmung von 0° C. bis 100° C.

Merkur	1,02000 $\frac{1}{50}$
Wasser	1,04660 $\frac{1}{22}$
Terpentinöl	1,07000 $\frac{1}{14}$
Aether	1,07000 $\frac{1}{14}$
Gesättigte Kochsalzlauge	1,05000 $\frac{1}{20}$
Schwefelsäure	1,06000 $\frac{1}{17}$
Salzsäure	1,06000 $\frac{1}{17}$
Fette Oele	1,08000 $\frac{1}{12}$
Salpetersäure	1,10000 $\frac{1}{9}$
Alkohol	1,10000 $\frac{1}{9}$

6) DALTONS Vers. zufolge verhält sich die Verdichtung beim Erkalten von 212° F. bis 189 $\frac{1}{2}$ 0 F., zu der beim Erkalten von 54,5° bis 32° F. beim Baumöl wie 1 14 zu 1; beim Alkohol wie 1,29 zu 1; bei der gesättigten Meersalzlösung wie 1,38 zu 1 und beim reinen Wasser wie 0,90 zu 1. Der Raumsumfang des Wassers verhält sich zu dem Volumen des Eises nach IEWING (und nach SCORESBY der des Flufswassers) wie 14 : 15, nach WILLIAMS wie 16 : 18; nach MUSCHENBROEK wie 918 : 1000. Letztere Angabe setzt, MEINECKE's Angabe zufolge, das Eis um 3 Proc. zu, indem nach M. die Dichte desselben auf dem den Frostpunkte im Verhältnifs zum Wasser bei 12°5 R. = 0,885 : 1 oder des Wassers zum Eise wie 1,133 : 1. Indefs darf bei dergleichen Bestimmungen nicht unberücksichtigt bleiben a) dafs es fast unmöglich ist, beim Gefrieren alle (durch die Loupe nachweisbaren) Gasblasen aus dem werdenden Eise wegzuschaffen; und b) dafs daher nur das vollkommen klare Eis, keinesweges hingegen das

mehr oder weniger weifse, schneeartige, trübe zu Vers. dieser Art gewählt werden darf. Nach Scoresby (Mem. of the Wern. Soc. II. 1.) verhält sich der Raumsumfang des Seewassers zu dem des klaren Eises, wie 9 : 10; das Eigengew. des Eises = 0,937.). Vergl. auch Memoire sur la glace par Mr. De Mairan. Paris 1749. übers. Leipz. 1752. 8. Entbindung der Kohlensäure beim Gefrieren des Brunnenwassers; des Stikgases in Verbindung mit etwas brennbarem Gase, nach Priestley's und eigenen Beobachtungen (vergl. meine Beiträge II. S. 210.). Zersprengen der Wasserleitungsröhren, der Bomben (oben S. 637.) der Wassergefäfse durchs Gefrieren; der sog. Wachsgefäfse durch's Krystallisiren verschiedener Salze etc. Eisschichten über Flüsse und Seen, welche grofse Lasten tragen. Zersprengen derselben durch die, vermöge der Eisausdehnung sehr comprimirte Luft des unteren annoch tropfbaren Wassers; von mir u. A. mehrmals beobachtet an grofsen die Oder und das Stettiner Haff bedeckenden mehrere Schuh dicken Eismassen. Die dabei eintretenden Explosionen gleichen Kanonenschüssen. Lockere und allmälig derber werdende Eismassen. Eispallast und Eiskanonen zu St. Petersburg. Alle beim Erstarren der prismatischen Krystallgestall fähige Materien dehnen sich mehr oder weniger aus, wenn sie gefrieren oder fest werden; daher schwimmt Eis auf Wasser, und daher füllen Gufseisen, Zink, Stibium, Wismuth, Schwefel, das Gemisch des Letternmetall's etc. die Gufsformen vollkommen aus, während Oele, Honig, Wachs, Glas, Merkur, Bley etc. beim Erstarren sich in engere Räume zusammenziehen. Wird der Schwefel sehr lange in Flufs erhalten, so verliert er seine regelmäfsige Krystallisirbarkeit, bleibt lange zähe und erstarrt dann, gleich dem Wachse, Honige etc., den Mittelstand des Weichseyns durchlaufend allmählig. — Ueber das sog. Schwinden des Thons s. oben S. 632. Scheinbares Volumvermindern durch Zusammensintern.

7) Gauteron (Mem. de l'acad. de Paris. 1709. 415.) beob., dafs eine Unze Eis binnen 24 Stunden 100 Gran, und mairan (in seiner angef. Schr. S. 240.), dafs ein Stück Eis in derselben Zeit $\frac{1}{6}$ seines Gewichts verlor. — Mem. sur l'elevation et la suspension de l'eau dans l'air par Mr. Le Roi, in den Mem. de l'acad. de Paris. 1751. 481. De Saussure's Hygrometrie. §. 181 ff. 234 ff. De Luc Metereolog. §. 1 ff. und Grens Journ. d. Phys. VI. 121. VIII. 141. 293. M. Hube über die Ausdünstung und ihre Wirkungen in der Atmosphäre. Leipzig 1790. 8. Delametherie über die Wärme, das Schmelzen und die Verdunstung; in Grens Journ. II. 402. Diese und ähnliche Beobachtungen zeigen, dafs die Verdampfung an der Oberfläche

der Starren statt findet, weil die entstehenden Dämpfe um sich zu verbreiten, nur den Druck von schon vorhandenen Gasen ihrer eigenen Art zu überwältigen haben (z. B. der Eisdampf nur den Druck des in der umgebenden Atmosphäre vorhandenen Wasserdampfes) während bei den Tropfbaren die nicht zur Oberfläche gehörigen Theilchen, neben dem senkrechten Druck der überliegenden tropfbaren Masse, auch den ganzen Druck der auf der obersten Schicht lastenden Atmosphäre durch ihre Spannkraft aufzuheben haben, wenn sie (siedend) verdunsten sollen. Denn in einen gemeinschaftlichen Raum gesperrte verschieden geartete Gase üben nur gegen Theile ihrer Art (und gegen die gemeinschaftliche Hülle) einen Druck aus, hingegen keineswegs gegen die mitsammen gegebenen übrigen Gasarten; wie dieses Dalton's Vers. bezeugen, denen zufolge die Verdampfung des Wassers in atmosphärischer Luft, in Sauerstoff-, Stikstoff-, Wasserstoff- und Kohlensäure-Gas, ebenso lebhaft erfolgte, als in der Leere. Nur das Kohlensäure-Gas gewährte einige von dem in demselben mitsammen seyenden Wassergase herrührende Abweichungen. Uebrigens begünstigen Licht und Electricität, wie es scheint, die Verdunstung nur insofern als sie in dem Tropfbaren oder an dem Starren Wärme entbinden, oder zuführen, und wenn das Eis (z. B. das von einer Temp. von — 15° C.) merklich langsamer verdampft als das Wasser, z. B. der Oberflächen feuchter Körper oder der Seen, Flüsse etc., so ist auch der Wärmebedarf für ersteres um in Gas überzugehen (und mithin auch die zur Ansammelung und Bindung dieser Wärme nöthige Zeit) beträchtlich gröfser, als für das letztere; s. oben S. 624.

8) Dalton (Gilbert's Ann. XV.) brachte tropfbares Wasser in die Toricell. Leere, d. i. in einen veränderlichen aber gesperrten leeren Raum, und setzte es hierin verschiedenen Temperaturen aus; bei jeder Temperatur bildete sich unsichtbarer Wasserdampf, dessen Expansivkraft mit seiner Menge zunahm, bis sie ein gewisses für diese Temperatur unveränderliches Maximum erreichte. Dalton suchte dieses Maximum für jeden Thermometergrad zu bestimmen; und entwarf eine auf die Resultate dieser Versuche begründete Tabelle. Als Gesetz dieser Tafel schien hervorzugehen, dafs, bei gleichförmig wachsender Temperatur, das Maximum der Expansivkräfte ohngefähr in einer geometrischen Reihe wachse. Die Abweichung hiervon in D's Tabelle darf, wie Fischer wohl mit Recht vermuthet, als Fehler unserer Merkurthermometer angesehen werden, da eigentlich alle Beob. der Art mit genauen Luftthermometern angestellt werden sollten. Vergl. Fischers Kritik. S. 9 ff. 24 ff. und Soldner in Gilbert's Ann. XVII. u. XXV. Nachstehender Auszug der Dalton-

schen Tabelle, den Fischer (a. a. O. 11.) entwarf, möge dazu dienen obige Resultate anschaulicher zu machen. Die erste Columne enthält Temperaturen der R'schen Skale, unter der Voraussetzung, daſs der Siedepunckt bei 30 engl. (oder 28 par.) Z. Barometerhöhe bestimmt sey. Die zweite Columne enthält Verhältniſszahlen der Temperatur nach dem Lufthermometer. Die dritte Columne enthält das Maximum der Expansivkraft des Dunstes bei jeder Temperatur nach engl. Zollen Barom. Höhe angegeben und unmittelbar aus Daltons Tabelle entnommen. Die vierte Columne enthält den Exponenten jeder zwei in diesem Auszuge unmittelbar auf einander folgenden Expansivkräfte nur bis zu Hunderten berechnet.

Temperatur nach d. 80theiligen Skale.	Temperetur nach dem Luftthermometer.	Expansivkräfte nach englischen Zollen.	Exponenten jeder zwei Expansivkräfte.
0°	80	0,200	1,87
8	83	0,375	1,80
16	86	0,676	1,79
24	89	1,21	1,74
32	92	2,11	1,66
40	95	3,50	1,64
48	98	5,74	1,57
56	101	9,02	1,54
64	104	13,92	1,49
72	107	20,77	1,44
80	110	30,00	

Wird mithin eine Luftmasse, bei gleichbleibender Temperatur, gepreſst, so nimmt nach dem Mariotischen Gesetz ihre Dichtigkeit in gleichem Verhältnisse mit dem Drucke zu. Würde die Temperatur einer Luftmasse bei gleichbleibendem Drucke geändert, so ändert sich ihr Volumen in geradem Verhältniſs mit den Graden des Luftthermometers, also ihre Dichtigkeit verkehrt in eben dem Verhältniſs. Ist sie hingegen gesperrt, daſs sich ihr Volumen und also auch ihre Dichtigkeit nicht ändern kann, so ändert sich ihre Expansivkraft in eben dem Verhältniſs. Bei den Dämpfen sind diese Gesetze durch das Maximum der Ausdehnsamkeit, dessen sie bei einer bestimmten Temperatur fähig sind, beschränkt; siehe den nächsten §. Aufschwellen mit Luft gefüllter Blasen durch Erhitzung. Die Einrichtung des Luftthermometers, des Heronsballs, der Feuerfontaine. Wird Wasserdampf in eine mit ihm gleich heisse Umgebung gelassen und zusammengedrückt; so wird ein Theil des Dampfes liquide, und die Temperatur steigt bedeutend. Volta und Scopoli in Crell's N. Entdeck. XL. 47. Dämpfe unterscheiden sich mithin dadurch wesentlich von Lüften, daſs bei jeder

Art der ersteren die Dichte und die daraus resultirende Ausdehnsamkeit an ein bestimmtes Verhältnifs zu ihrer Temperatur gebunden sind, während die letzteren z. B. in gesperrten Räumen erhitzt, ohne ihre Dichte zu ändern, an Spannung zunehmen. Ist daher z. B. ein Gefäfs mit so viel Wasserdampf von 100° C. erfüllt, als es fassen kann, und wird es nun ferner erhitzt, so wird entweder Zerreissung des Gefäfses erfolgen, oder, Falls die Wände stark genug waren, ein Theil des Dampfs — unter Wärmeausscheidung — in tropfbare Flüssigkeit übergehen. Das letztere wird auch erfolgen, wenn z. B. 1 Vol. Wasserdampf vom Maximo der seiner Temperatur entsprechenden Dichte (z. B. 1 Vol. eines bei einer Temp. von 100° C. über annoch tropfbarem Wasser eingesperrten Dampfes) zusammengedrückt wird; es wird sich ein Theil des Dampfes niederschlagen (tropfbar werden) und nur soviel übrig bleiben, als in dem verkleinerten Raume zu bestehen vermöchte, hingegen wird das dadurch tropfbar gewordene wieder in Dampf übergehen, wenn der vorige weitere Raum wieder hergestellt wird. Wiederum könnte aber ein mit Wasserdampf von (der gegebenen Temperatur entsprechender) gröfster Dichte noch Alkoholdampf, Aetherdampf etc. aufnehmen, ohne dafs Wasser niedergeschlagen würde (weil jede besondere Dampf- oder Luftart nur auf Theile von ihrer Art unmittelbar drückt) wenn nicht in vielen hieher gehörigen Fällen, eintretende chemische Gegenziehungen Aenderungen der Wärmecapacitäten hervorbrächten (oben S. 619.). — Ist daher hinreichende verdampfbare Substanz zugegen, so liefert sie für jede Verdampfungstemperatur eine bestimmte Menge Dampf von der für diese Temperatur möglichen höchsten Dichte und derselben entsprechenden höchsten Spannung, welche letztere, wie bei den Lüften, mittelst des Elaterometers bestimmt wird; s. w. u. §. 187.

9) Auf Entwärmung bis zur Tropfbarkeit, oder auch bis zur Starrheit der Dämpfe und Dünste gründen sich die Operationen des Destillirens und Sublimirens; auf die Erstarrung des Liquiden die des Krystallisirens und Erhärtens; vergl. Cap. VII. Wilkens u. C. Berretrays Luftpumpen durch Wasserdünste; in den schwed. Abhandl. 1769. B. XXI. S. 31 ff. u. Grens Journ. d. Phys. VI. S6 ff.

§. 185.

Rücksichtlich der Zustandsänderung durch Erhitzung unterscheidet man: A) unschmelzbare (Corpora refractoria: reine Erden, Demant,

Kohle, und B) schmelzbare, (C. fusilia: a) leichtflüssige; Bley, Zinn, Wismuth, b) strengflüssige; Kupfer, Gold, Platin, Eisen, Titan); C) feuerbeständige (C. fixa), welche nie oder nur bei hohen Temperaturen dampfförmig werden; Erden, Kali, Natron, Gold; und D) flüchtige (C. volatilia), welche schon bei geringer Wärme in Gas übergehen; ätherische Oele, Kampfer, Aether, Alkohol, Ammoniak, Salzsäure, Flufssäure, wässeriges Osmiumoxyd, Arsenik und arsenichte Säure.

1) Verschiedene Stoffe befördern die Schmelzung anderer, indem sie mit ihnen gemischt, oder oftmals indem sie damit gemengt und dann erhitzt werden, und werden daher Flüsse (Fluores) genannt. Gewöhnlich schmilzt der Flufs zuerst, öfters aber (z. B. bei Kalk und Thon) schmelzen die gemengten Stoffe in einer Temperatur, in der sie jeder für sich nicht zum Flusse kommen würden. Wasser ist ein Flufs für Salze, Flufsspath für Kalk und dadurch mittelbar für Erden; Kali für Kieselerde, Borax für alle Erden; Bley, Zinn, für Kupfer, Silber etc.; Gyps für Porzellanmasse; Merkur für alle amalgamirten Metalle; Alkohol für Eis im gewöhnlichen Branntwein. Baumé's schneller Flufs aus 3 Theilen trocknem Salpeter, 2 Theilen trocknen Schwefelblumen und 2 Theilen Sägespähnen oder $\frac{1}{10}$ Harz, um eine kleine Silbermünze in einer Nufsschale zu schmelzen. Umgekehrt wird durch strengflüssigere Stoffe die Leichtflüssigkeit anderer vermindert; z. B. Krystalleis durch Salze; Bley durch beigemischtes Kupfer. Enthält ein Gemisch Stoffe von verschiedener Schmelzbarkeit, und wird es einer Wärme ausgesetzt, die hinreicht den leichtflüssigeren (falls er allein wäre) zu schmelzen, so schmilzt entweder der leichtflüssigere Stoff heraus, während der strengflüssigere fest bleibt (Saigerung des Bleies und Silbers aus dem Schwarzkupfer); oder das Ganze schmilzt, indem der eine Stoff dem anderen zum Flusse dient (Schmelzung verschiedener Salze im eigenen Krystallwasser; oder endlich es bleibt das Ganze fest, indem der eine dem andern am Schmelzen hindert (das Krystalleis mehrerer Fossilien und Salze, welche eine geringe Menge davon enthalten, während sie über die Siedhitze des Wassers erwärmt werden). Verhindert man während der Er-

hitzung durch Anwendung eines starken Drucks die Sonderung des Flüchtigeren vom Feuerbeständigeren, so wirkt ersteres für letzteres als Flufsmittel. — Hieher gehört die Umwandelung des gepulverten kohlensauren Kalks in eine marmorartige Masse; James Hall in Gehlens N. Allg. Journ. d. Chem. V. 287. Dessen Erzeugung einer Steinkohlen ähnlichen Masse aus Horn etc., und dessen Schmelzung der Kohle. Erhöhte Schmelzbarkeit durch chemische Mischung: das Schnelloth der Klempner ist leichtflüssiger als Zinn und Blei; Rose's Metallgemisch aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Bley und 1 Theil Zinn, wird schon im siedendem Wasser flüssig (wird aber durch öfteres Schmelzen strengflüssiger, wahrscheinlich indem es sich oxydirt), vergl. V. Rose's d. ält. Abhandl. im Stralsund. Magaz. II. 24.; das leichtflüssige Letternmetall etc.; oben Cap. VII. Einige feste und strengflüssige Stoffe; namentlich Platin und Stabeisen, werden vor dem Schmelzen weich, und können dann durch heftigen Druck und Hammerschlag zu einer Masse vereinigt werden, welches man das Schweissen nennt.

2) Die Schmelbarkeit steht weder durchaus mit der Härte, noch mit der Flüchtigkeit, noch mit der Cohärenz, noch mit der Dichtigkeit der Stoffe im Verhältnifs. Jedoch läfst sich im Allgemeinen behaupten, dafs die cohärenten Stoffe die strengflüssigeren sind und nach Ritter (Gilbert's Ann. VII. 7.) und Steffens (Beiträge zur innern Naturgesch. der Erde. Freiberg 1804. 8. S. 104.) ist die Cohärenz der Metalle ein Product aus ihren Wärmecapacitäten und Schmelzgraden. Wohl aber steht die Temperaturerhöhung fester Körper durchgängig im umgekehrten Verhältnisse ihrer Schmelzbarkeit. Der höchste Temperaturgrad, welcher an in Schmelzöfen behandelten festen Körpern ohne eintretende Schmelzung beobachtet wurde, ist der eines Thonwürfels, welchen Wedgewood bis auf 160° W. (= 21851° F.) erhitzte, indefs haben neuere Versuche mit dem Newman'schen Knallgasgebläse (Cap. VII.) gezeigt, dafs es keine absolut feuerbeständige, und unter Anwendung hinreichenden Drucks, auch keine unschmelzbare Substanz giebt. Eben so dürften auch alle der Tropfbarkeit fähige Materien der Entwärmung bis zum Erstarren fähig seyn.

3) Schmelzgrade und anderweitig merkwürdige Hitzgrade:

a) Schmelzpunkte bei Temperaturen unter 0° C.

Salpetersäure	— 55° C.	= — 44° R.
Ammoniak	50 -	- 40 -

Schwefeläther	43,75° C.	-	35 -
Merkur	38,75 -	-	31 -
Blausäure	15° C.	-	12 -
Terpentinöl	10 -	-	8 -
Bergamotöl	5 -	-	4 -
Flussäure	5 -	-	4 -
Eyweifs	4 -	-	3,2° R.
Weinessig	2,5° C.	-	2 -
Milch	1,25 -	-	1 -
Wasser	0 -	-	0 -

b) Schmelzgrade bei Temperaturen über 0° C.

Olivenöl	+ 2,5° C.	=	+ 2° R.
Aniesöl	10 -	-	- 8 -
Talg	36 -	-	- 28,8 -
Phosphor	45 -	-	- 36 -
Wallrath	45 -	-	- 36 -
Kalium	57,5 -	-	- 46 -
Wachs, rohes	61,11 -	-	- 48,88 -
— gebleichtes	68,63 -	-	- 54,66 -
Natronium	90 -	-	- 72 -
Schwefel	112,5 -	-	- 90 -
Jod	175 -	-	- 140 -
Tellur	177,5 -	-	- 142 -
Wismuth	247,5 -	-	- 198 -
Zinn	267,5° C.	=	214° R.
Bley	325 -	-	260 -
Zink	370 -	-	296 -
Stibium	431,25 -	-	345 -
Email-Farben	6°	Wedgw.	
Messing	21	- -	
Silber	22	- -	
Kupfer	27	- -	
Gold	32	- -	
Gufseisen	130	- -	
Kobalt	130	- -	
Nickel	150	- -	
Stabeisen	158	- -	

Mangan	160°	Wedgw.
Platin	170	- -

Scheel 170° Wegdw.

Siedhitze des Glasofens (verminderte Hitze nach völliger Schmelzung, wobei aber doch die Masse im Flusse bleibt) - - - -	29° W.
Auswirkende Hitze des Glasofens (verstärkte Hitze, um das Glas nachher zu verarbeiten) - -	50 -
Fliefsen des Flintglases - - -	70 -
- - - milchfarbenen Steingut's (Queensware -	86 -
Schweifshitze des Eisens - - -	90 bis 95 -
Fliefsen des Steingut (Pot de Grés) - -	102 -
- - - Derby Porzellan - -	112 -
- - - Thon und Kalk zu gleichen Theilen -	123 -
- - - Spiegelglas in stärkster Hitze - -	124 -
Eisenschmiede in gröfster Hitze - -	125 -
Porzellanofenhitze (wie auch die eines Windofens von 8 Quadratzoll) - - - -	160 -
Zusammensintern des chinesischen Porzellans -	240 -

4) Ueber mehrere, vorzüglich dem Chemiker wissenswerthe Hitz- und Schmelzgrade, vergl. m. Syst. d. Chemie. Einleit. S. 45 u. ff. Ueber Schmelzung mittelst des Löthrohrs, Sauerstoffgasgebläses etc.; a. a. O. Glühend geschmolzenes Steinsalz in Soole geworfen, erzeugt vom Blitz begleitete Explosionen; ähnliches Verhalten verschiedener geschmolzener Salze. Anhaltende Schmelzhitze erhöht die Innigkeit der chemischen Verbindung verschiedener unverbranndter und verbranndter Metallgemische. Auf ähnliche Weise vermehrt man auch das Krystallisationsvermögen verschiedener Salze, indem man durch anhaltendes Sieden ihrer wässrigen Lösungen theils jene atmosphärische Luft entbindet, welche, in der Flüssigkeit gegenwärtig, die Anziehung der gleichartigen Theile mehr oder weniger hinderte, theils die Innigkeit der chemischen Ziehung, theils auch die Gleichförmigkeit der krystallmagnetischen Wirkungen erhöht.

5) Eiskaltes Töpfergeschirr von 0° C. bis 100° C. erhitzt, nimmt nur um $\frac{1}{800}$ (= 0,00125) seines Volums an Raumgröfse zu; enthält es Kohle beigemengt (wodurch es poröser wird), so beträgt die Volumserweiterung unter denselben Bedingungen nur $\frac{1}{2400}$ (= 0,00041666 Wedgwood's Versuchen gemäfs. Vielleicht ist diese geringe Ausdehnung

Mitursache, warum Ypsertiegel (d. s. Graphit haltige Thontiegel) den Wechsel der Temperatur besser aushalten, als die gewöhnlichen Thontiegel. Letztere zerreifsen ebenfalls durch plötzliches theilweises Erhitzen und Erkalten weniger, wenn sie vor dem Gebrauch für sich stark erhitzt (stark abgeäthmet) worden waren. Abäthmen des Steingut-, Porzellan- und Glasgeschirrs durch Kochen in Wasser, Salzwasser oder Merkur; vergl. m. Bemerk. in Ersch u. Gruber's Encyklopädie A. S. 29. u. m. Einleit. in die neuere Chemie S. 56. Bestätigungen dieses Verfahrens durch französische und deutsche Physiker; Schweigger's Neues Journ. für Chem. u. Phys. I. 168 ff.

6) Ruhiges, klares, luftfreies Wasser läfst sich beträchtlich unter 0° C. und verschiedene durch Abkühlung krystallisirende Salzlösungen unter ihrem Krystallisationspunkte erkalten, ehe das erstere erstarrt und ehe die letzteren anschiefsen. Mairan und Fahrenheit und vorzüglich Blagden's hieher gehörige Versuche: Transact. philos. 1788. p. 125. B. brachte das Wasser bis zu 22° F., ehe es gefror. Rührt man es um, so bleibt es flüssig, krystallisirt hingegen augenblicklich, wenn man ein Stück Eis hineinwirft; langsamer, wenn man es zu schnell erkaltet, oder in zitternde Bewegung versetzt. Die hiebei frei werdende Wärme, entspricht der Menge des gebildeten Eises.

7) Macnab's Versuchen zufolge, wie Cavendish (Phillos. Transact. 1788. p. 174.) zeigte, bieten die Wasser haltigen Säuren, nach Maafsgabe ihres verschiedenen Wassergehalts, verschiedene Abweichungen hinsichtlich des Frostpunktes dar. M's. Versuche betreffen zunächst die Schwefelsäure und die Salpetersäure; Blagden's hieher gehörige Versuche gewähren mit den ersteren vereint folgende Ergebnisse: a) sehr verdünnte Säuren gefrieren ihrer ganzen Masse nach, bei durch die Säure unverhältnifsmäfsig herabgedrückten Gefrierpunkten. Blagden's Vers. macht folgende Tabelle (a. a. O. p. 308.) anschaulich; das Eigengew. der Schwefels. war bei einer Temp. von 62° F. = 1,837 und das der Salpeters. = 1,454; die jedesmalige Wassermenge = 100:

Schwefelsäure.		Salpetersäure.	
Verhältnifs der Säure.	Frostpunkt.	Säuregehalt.	Frostpunkt.
10	24°,5 F.	10	22,0
20	12,5	20	10,5
25	7,5	23,4	7,0

b) Mäfsig verdünnte Säuren, gefrieren dem schwächeren Theile nach, während sich der stärkere in tropfbarer Form sondert; Cavendish nennt dieses das wässrige Gefrieren; c) concentrirte Säuren selbst gefrieren bei hinreichend tiefer Kälte ihrer ganzen Masse nach, wie folgende nach Macnab's Vers. von Cavendish berechnete Tabelle zeigt, indem sie den Frostpunkt der Salpetersäure und der Schwefelsäure von verschiedenen (durch die zur Sättigung nöthigen Mengen Marmors bestimmten) Graden der Stärke angiebt:

Salpetersäure von Stärke:	Frostpunkt:	Unterschied:	Schwefelsäure:	Frostpunkt:
568	— 45,5	+ 15,4	977	+ 1
538	— 30,1	+ 12	918	— 26
508	— 18,1	+ 8,7	846	+ 42
478	— 9,4	+ 5,3	758	— 45

Salpetersäure:	Frostpunkt:	Unterschied:
448	— 4,1	+ 1,7
418	— 2,4	— 1,8
388	— 4,2	— 5,8
358	— 9,7	— 8
328	— 17,7	— 10
298	— 27,7	

Jede dieser Säuren hat hiernach einen bestimmten Grad von Stärke, bei dem sie am leichtesten gefriert; ist sie stärker oder schwächer als dieser Grad angiebt, so mufs die Kälte vermehrt werden. So fand auch schon früher Keir, dafs Schwefelsäure von (bei 60° F. bestimmtem) 1,780 Eigengew. am leichtesten gefriere und nur eine Temperatur von 46° F. erfordere. Diese Säure entspricht einer durch Marmorsättigung bestimmten Stärke von 848 und damit dem Ergebnifs obiger Tabelle. Ausser dieser Stärke hat aber dieselbe Säure noch einen anderen Punkt entgegengesetzter Biegung bei einem höheren Grade der Stärke. Wird über diesen hinaus die Stärke vermehrt, so fängt die zum Gefrieren nöthige Kälte an, wieder abzunehmen; Ergebnisse, die weiter verfolgt, für die Bindung der Wärme durch Krystallmagnetismus, so wie für das Verhältnifs der chemischen Ziehung zur Wärme sehr belehrend werden dürften.

8) Dem Mittel aus den Bestimmungen der zum Schmelzen des Eises nöthigen Wärmemenge (oben S. 579.) = 75° C. zufolge, kann

Wasser von 0° C. nicht eher gefrieren, bis ihm 75° C. entzogen worden sind, und 0° C. habendes Eis nicht eher schmelzen, als bis demselben 75° C. zugeführt worden sind. Daher bleiben groſse Eismassen oft Wochen lang in einer um mehrere Grade über den Eispunkt warmen Umgebung ungeschmolzen, und daher erzeugen sie (z. B. die Eismassen hoher Gebirge, das schwimmende Polareis etc.) oftmals sehr beträchtliche Kälte. Den Versuchen des älteren Dr. Irvine und seines Sohnes William Irvine zufolge (Nicholson's Journ. IX. 45.) verschlucken nachfolgende Substanzen die beigesetzten Wärmemengen um, von gleichen Temperaturen an erwärmt, zu schmelzen:

Körper	Verborgene Wärme (oben S. 579.)	Zurückgeführt auf die Eigenwärme des Wassers (oben S. 574.)
Schwefel	143,68	27,14
Wallrath	145	
Bley	162	5,6
Wachs	175	
Zink	493	48,3
Zinn	500	33
Wismuth	550	23,25

Die verborgene Wärme in der 2ten Spalte drückt die Grade der Wärme aus, um die sie die Temperatur jedes der genannten Körper, wenn diese starr gewesen wären, würden erhöht haben, den Fall mit dem Wallrath und Wachs ausgenommen. Bei diesen drückt sie hingegen die Zunahme der Temperatur aus, die erfolgt seyn würde, wenn beide Substanzen flüssig gewesen wären. Merkur bindet, nach Hassenfratz, beim Schmelzen 84° C. (Trommsdorf's Journ. VIII. 402.).

§. 186.

Bei den Temperaturen zwischen 0° C. und 100° C. ist die Ausdehnung der erwärmten starren Materien ziemlich gleichförmig (S. 558.) und von Grad zu Grad so wenig beträchtlich, daſs man sich eines Mikrometers bedienen muſs, um die entstandene (nach Maaſsgabe der chemischen Verschiedenheit mehr oder weniger von einander

abweichende) Volumsvergröſserung derselben zu messen.

1) Eine besondere Vorrichtung um die erwähnte Art der zu messenden Ausdehnung merkbarer zu machen, beschreibt JOHN ELLIOT (Phil. Transact. No. 443. p. 297.). Verschiedene hieher gehörige Versuche haben MUSCHENBROEK (Introd. ad phil. nat. II. §, 1527.), BOUGUER (Mém. de l'acad. roy. de sc. 1745. p. 230.), SMEATON, ROY und TROUGTON (Phil. Transact. Vol. XLVIII. P. II. 1754. No. 79.), HERBERT (De igne. Vienn. 1773. 8.), BORDA, und die vorzüglichsten LAVOISIER und LAPLACE (BIOT I. 158.) und CAVENDISH angestellt. Eine auf die Vers. mehrerer der gen. Physiker gebaute Tabelle über die Wärmedehnungen der Starren, findet man in m. Syst. d. Chem. S. 49.; hier möge folgende, gröſstentheils nach LAVOISIER's und LAPLACE's Messungen der Dehnungen von 0° C. bis 100° C. entworfene genügen:

	Länge eines Lineals bei 100° C., dessen Länge bei 0° C. = 1,00000000 gesetzt wird	Gröſse der Ausdehdehnung in gewöhnlichen Brüchen
Spiegelglas von St. Gobain	1,00089089	$1\frac{1}{1122}$
Engl. Flintglas	1,00081166	$1\frac{1}{1241}$
Französ. Bleiglas	1,00087199	$1\frac{1}{1147}$
Kupfer	1,00171733	$1\frac{1}{582}$
Messing	1,00187821	$1\frac{1}{532}$
Weiches Schmiedeeisen	1,00122045	$1\frac{1}{819}$
Eisendrath	1,00123504	$1\frac{1}{812}$
Ungehärteter Stahl	1,00107915	$1\frac{1}{927}$
Gehärteter Stahl bei 65° angel.	1,00123956	$1\frac{1}{867}$
Bley	1,00284836	$1\frac{1}{351}$

Ostindisches Zinn	1,00193765	$1\frac{1}{516}$
Englisches Zinn	1,00217298	$1\frac{1}{462}$
Capellensilber	1,00190974	$1\frac{1}{524}$
Silber, Pariser Probe	1,00190868	$1\frac{1}{524}$
Fein Gold	1,00146606	$1\frac{1}{682}$
Gold, Pariser Probe unausgeglühtes	1,00155155	$1\frac{1}{645}$
Gold, Pariser Probe ausgeglühtes	1,00151361	$1\frac{1}{661}$
Platin (nach Borda)	1,00085655	$1\frac{1}{1167}$
Palladium (nach Wollaston)	1,001	$1\frac{1}{1000}$

Ueber andere Angaben vergl. auch Lambert's Pyrometrie, 116. Gren's Naturl. 6te Aufl. S. 304. u. Monatl. Corresp. II. 553. Tralles setzt in seinem „Bericht über die Festsstzung der Grundeinheiten des von der franz. Repubh. angenommenen metr. Systems. Bern 1801." die Ausdehnung bei 100° C. des Eisens = 0,001156; das Messings = 0,001783 und die des Platin = 0,00856 des Vol. dies. Subst. bei 0° C. Nach Roy verhält sich die Ausdehnung des Tannenholzes, wie jene des Glases; nach Rittenhouse ist hingegen die lineare Ausdehnung des Holzes in der Richtung der Faser beträchtlich geringer, als die Glasdehnung.

2) De Luc's Vers. zufolge wird das (bei 32° F. = 100000 gesetzte) Volum des Glases vermehrt, bei

50° F.	um	0,00006
70	—	0,00014
100	—	0,00023
120	—	0,00033
150	—	0,00044
167	—	0,00056
190	—	0,00069
212	—	0,00083

Ramsden fand die Ausdehnung eines massiven Glasstabes von 0° C. bis 100° C. = 0,0096944, und jene einer Glasröhre = 0,0093138.

3) Bei dergleichen Ausdehnungsbestimmungen kann man für Flächen das Doppelte und für den Körperinhalt das Dreifache der linearen Ausdehnung setzen. Ueber Correctionen wegen des Einflusses der Gefäſse auf die Dehnung der darin enthaltenen Flüssigkeiten (z. B. des Glases im Merkurthermometer; — bei welchem schnelles Eintauchen der Kugel in heisses Wasser den Einfluſs augenblicklich zeigt) vergl. Soldner's Formeln zur Berechnung des Einflusses in Gilbert's Ann. XXV. 414. und Tralles a. a. O. XXVII. 241.

4) Dem Zerreissen der Körper durch ungleiche Wärmung (oben S. 646.) beugt man bei langen eisernen Dampf- und Wasserleitungen durch verschiebbare Ausgleichungsröhren vor. Die Einrichtung und Wirkung der Compensationen bei Taschenuhren und der rostförmigen Pendel I. S. 188. Plötzliches tiefes Erkalten der metallenen Ofenplatten und Thüren, groſser Stücke Blech von klingendem Metall, guſseiserner Kessel etc., führt zu Schallschwingungen, die entweder durch Krachen, oder auch — seltener — durch Klänge hörbar werden. Borda's Verf., aus der Differenz der Ausdehnung einer aus verbundenen Metallen bestehenden Stange, die Ausdehnung des Ganzen und der Temperatur zu bestimmen; Biot I. 163.

5) Hinsichtlich des Schwindens der erhitzten Thonmassen (oben S. 646.) verdienen noch Hall's Vers. in Erwägung gezogen zu werden. Saussure fand in seinen hieher gehörigen Vers. bestätigt, daſs ein Thoncylinder bis zur Rothgluth oder vielmehr bis zur 29° W erhitzt $2\frac{1}{2}$ Gran, dann aber bis zu 170° W. gar nichts mehr am Gewicht verlor, ohngeachtet die in dieser Hitze statt habende Raumsverminderung $\frac{1}{4}$ betrug. James Hall (Edinb. Phil. Transact. Vol. VI.) bemerkte in seinen Versuchen über die durch Zusammenpressen erfolgenden Abänderungen der Wärmewirkungen (oben S. 646.), daſs ein festes Stück Kreite, wenn es zusammengedrückt, der Erhitzung preisgegeben wurde, ein dreimal stärkeres Zusammenziehen darbot, als Thonstücke von gleichem Durchmesser erlitten hatten; sie gewann dadurch an Eigengewicht, hatte ihr Vermögen Wasser einzusaugen fast ganz eingebüſst und an Härte beträchtlich gewonnen. — Jene Materien, welche sich beim Erstarren zusammenziehen (oben S. 645.) bilden meistentheils Kugeln; nach Macnab und Cavendish (Phil. Transact. 1783. p. 23.) beträgt die dadurch beim Merkur statt habende Raumsverminderung $\frac{1}{23}$. Erstarrende Schwefelsäure dehnt sich nicht merklich aus, ändert

ihr Ansehen nicht und kann, Falls sie ein Eigenw. = 1,8 besafs, in Thermometerröhren, ehe sie friert, bis auf — 36° F. erkalten, bis zu welchem Punkte sie sich fortdauernd zusammenzieht. Die Masse ist dann so klar, und ermangelt so der krystallinischen Structur, dafs Thomson die Röhre zerbrechen mufste, um sich zu überzeugen, dafs die Säure wirklich erstarrt war.

6) Alle Tropfbaren oder Geschmolzenen sind durch Erhitzung vergasbar (oben S. 646.) und mithin verflüchtungsfähig (a. a. O) aber hinsichtlich der zur Verflüchtigung erforderlichen Temperatur findet bei ihnen ein beträchtlicher Unterschied statt, welchem zufolge alle Tropfbare in zwei Klassen zerfallen, a) in solche, welche bei jeder Temperatur nach und nach vergasen, und 2) solche, welche eine Temperaturerhöhung bis zu einem bestimmten Punkte hedürfen, um in Gas über zu gehen. Wasser, Alkohol, Aether, ätherische Oele etc. gehören zur ersten, Schwefelsäure und alle stark feuchtziehenden Flüssigkeiten, desgleichen fette Oele (welche eigentlich nie verdunsten, sondern durch Erhitzung endlich in verschieden geartetee Gase chemisch zersetzt werden) zur letzteren Art. Erstere heissen darum auch freiwillig verdunstende, gehen aber in die 2te Klasse über, sofern sie nicht zu den Oberflächentheilen ihrer selbst gehören, sondern von diesen Theilen belastet werden, und gewähren dann die Phänomene des Siedens; vergl. oben S. 636.

9) Was bei den Tropfbaren die freiwillige Verdunstung erschwert, ist zunächst die grofse gegenseitige Anziehung ihrer Theile; dafs dieses indefs nicht die einzige Ursache ist, beweifst schon das Verdampfen des Merkur in der, dem Sonnenlichte ausgesetzten Torrizellischen Leere. (Letzteres soll angeblich zur Zeit eintretender Erdbeben zunehmen). Förderung der Schwefelsäure Verdampfung durch (in das Destillirgefäfs gelegte) Platindräthe.

10) Die Tropfbaren der ersten Klasse würden augenblicklich vergasen, wenn sie in Form einer unendlich dünnen Schicht in einen unbegrenzt leeren Raum gebracht würden; da diese Bedingungen aber unerfüllbar sind, so erfolgt jede Verdunstung in einer angemessenen Zeit. Indefs führt die Kenntnifs der Hindernisse des augenblicklichen Vergasens zur richtigen Würdigung derjenigen Gewalten, welche bei jedem Vergasen einander entgegen wirken; mit Hinzuziehung des bereits oben S.642 u. ff. erwähnten, bemerken wir in dieser Hinsicht Folgendes: A) Vergasung (Verdampfung oder Verdunstung) im beschränkt leeren Raume, α) der Trofbaren erster Klasse; die zur äussersten

Grenze gehörigen, als unendlich klein anzunehmenden Oberflächentheilchen, vergasen augenblicklich, bei jeder Temperatur (den übrigen Theilchen dadurch mehr oder weniger Wärme entziehend) und bilden ein erstes, am wenigsten dichtes, die Leere erfüllendes Gasvolum; dieses erschwert aber, so wenig als die Luft (wenn von dieser, statt des Dampfes, etwas in die Leere gekommen wäre) die weitere Vergasung nicht dadurch, dafs es vermöge seiner Beharrung (Trägheit) die weitere freie Verbreitung der nachkommenden Dämpfe mehr oder weniger hindert und dieselben zum Gegenstemmen gegen das Tropfbare zwingt, sondern lediglich durch den Druck den es gegen die annoch tropfbare Oberfläche übt; dieser vermekrt nemlich das Aneinander der obersten und der nächstfolgendeu tropfbaren Schicht, und damit die Gegenziehung der Theilchen beider Schichten. Ist statt des ersten Gasvolums, ein Luftvolum vorhanden (oder ist der Raum gleich anfänglich lufterfüllt), so hindert dieses auch nur durch seinen Druck gegen die Oberfläche, aber nicht vermöge der Trägheit im Verschieben; denn für das nachkommende anders geartete Gas ist diese Luft, hinsichtlich ihrer Druckgewalt = o. Das nächste Gasvolum, das dem Tropfbaren entsteigt, findet aber, da Gase gleicher Art gegen einander drucken, in dem Druck des ersten Volum ein mehr oder weniger grofses Hindernifs seiner Verbreitung, und es ist für dieses zweite Volum gerade so, als ob der begrenzte leere Raum, durch das erste Volum um ein bestimmtes verkleinert worden wäre; jedes der nachkommenden Volumen verkleinert den Gasraum, und da es zugleich den Druck gegen die Oberfläche vermehrt, so wird endlich der noch übrige Verdampfungsraum = o, und die Gegenziehung der Schichtchen zum Maximo gebracht, wo dann alle weitere Vergasung aufhört; β) der Trofbaren 2ter Klasse; Falls sie kein beigemischtes oder beigemengtes Tropfbares der ersten Klasse entlassen, und dadurch Gasvolume in die Leere bringen, so hat ihre äusserste Oberfläche nur die Anziehung der übrigen dieselbe berührenden Theilchen zu überwinden, um in Gas zu übergehen; allein diese Anziehung wächst hei mehreren dieser Art von Tropfbaren, z. B. bei der Schwefelsäure, mit der Zunahme der von Aussen angebrachten Wärme bis auf einen gewissen Punkt, und da sich die Oberfläche aller Tropfbaren, vermöge einseitigen Zuges von unten, mehr oder weniger zusammenzieht (Cap. II.), so wird durch beiderlei Ziehungen die Oberfläche des erwämten Tropfbaren so sehr verdichtet, dafs sie nur durch Gas getrennt zu werden vermag, welches dort entstand, wo der Wärme nicht dergleichen vermehrte Ziehung entgegen wirkte, d. i. in den Schichten unter der Oberfläche, und zunächst dort, wo das Gefäfs am stärksten erhitzt war. So lange aber dieses an der heissesten Stelle erzeugte

Gas, über sich noch kältere Flüssigkeit vorfindet, wird es fortdauernd abgekühlt und dadurch wieder tropfbar (S. 592.) und nur dann, wenn alle diese obenliegenden tropfbaren Schichten die Temperatur des entstandenen Gases nicht mehr herabzustimmen vermögen, schnellt dieses auf, in der obersten am stärksten ziehenden Schicht, von Theilchen derselben in Blasenhüllenform umgeben, sich erhebend, und endlich diese Hüllen zerreissend, d. i. siedend. — Der Hauptunterschied der Tropfbaren erster und zweiter Klasse, ist demnach gegeben in der verschiedenen Beschaffenheit der Oberflächen beiderlei Arten von Flüssigkeit. Die der ersten Klasse haben eine leichter zerreifsbare, von unten her wenig gezogene Oberfläche, deren Zusammenziehung nach unten in der begrenzten Leere durch die Adhäsion zum ersten Gasvolum und im lufterfüllten Raum durch die (geringere) Adhäsion zur Luft sehr bald fast bis zum 0 gemindert wird. Es ist dann nur noch die geringe Cohäsion der Oberflächentheilchen unter sich aufzuheben, und dazu reicht überall die Wärme der übrigen Schichten und der Gefäfse hin. Die Flüssigkeiten der 2ten Klasse besitzen hingegen eine Oberfläche, deren Cohäsion unter sich bis auf einem gewissen Punkt mit der Wärme wächst, deren Zusammenziehung von unten her sehr beträchtlich ist, und der durch (mangelnde) Adhäsion von oben lastender Luft nicht entgegen gewirkt wird. Nur erst, wenn sich durch Sieden Gasvolume von der Art der Flüssigkeit oberhalb der letzteren befinden, kann deren Adhäsion dem Zuge der unteren Schichten entgegen wirken. B) Vergasung im lufterfüllten Raum; die Aenderung, welche die zugegen seyende Luft bewirkt, läfst sich zurückführen auf die Vermehrung der Druckgewalt gegen die von ihr bedeckte Oberfläche; die durch die Wärme bewirkte Elasticität der im Tropfbaren erzeugten Gase, mufs daher a) den Druck der überliegenden tropfbaren, nicht mehr entwärmend wirkenden Schichten, b) die Zusammenziehungsgewalt der Oberfläche und c) den Druck des auf der Oberfläche lastenden Gases überwältigen, wenn sie siedend entweichen sollen. Bei den Tropfbaren der ersten Klasse sind diese lastenden Gase zusammengesetzt, aus den eigenen zuvor durch freiwillige Verdunstung entstandenen, und aus den atmosphärischen (der Luft). Ist die Elasticität (Spannung) dieser lastenden Gase gleich der Spannung der sich bildenden Gase, so ist die Verdampfung so gut = 0, als sie es ist, wenn die Spannung der lastenden Gase vorwaltet.

9) Jene Abkühlung der aufsteigenden Gase in den annoch kälteren oberen Schichten, wodurch die ersteren wieder zum gröfsten Theil tropfbar werden, erzeugt, durch die dabei statt habende Bewegung, ein zischendes, dem eigentlichen Sieden vorangehendes Geräusch, wel-

ches beim Wasser bei 75° C. einzutreten pflegt. Scheinbares Sieden luftreicher Wässer; z. B. der Säuerlinge, der brausenden Getränke etc. Wasser würde, ohne heifs zu werden, in Gas übergehen, wenn es nicht in Tropfengestalt eingeengt wäre; daher die Verdampfung des Eises; oben S. 655.

§. 187.

Dem Vorhergehenden gemäfs erfolgt das Sieden jedesmal, wenn das Tropfbare in diejenige Temperatur versetzt wird, in welcher die Spannung der sich in ihm bildenden Gase gröfser ist, als der Druck den diese von oben her zu erleiden haben; oder, wenn die Spannung der erzeugten Gase, in Zollen (Linien etc.) der Höhe der Merkursäule ausgedrückt, den jedesmaligen Barometerstand übersteigt. Die Temperatur, bei welcher ein Tropfbares siedet, heifst dessen Siedepunkt.

1) Dalton's Vers. zufolge erfolgt die Verdunstung des Aethers, Weingeistes, tropfbaren Ammoniaks, zerflossenen salzsauren Kalks, der Schwefelsäure und des Merkur, von ihrem Siedepunkt an gerechnet, gerade so, wie die Verdunstung des Wassers von dessen Siedepunkt an gerechnet; Fischer's Darst. u. Krit. d. Verdunstungslehre etc. S. 20 u. 84 ff. Hiernach würde die von Dalton entworfene Tafel der Expansivkräfte des Wasserdunstes (oben S. 643.) für jedes andere Tropfbare brauchbar bleiben, wenn man nur die Temperaturen um eine bestimmte Anzahl von Graden, hinauf- oder herabdrückte; Fischer a. a. O.

2) Hook gab zuerst (1684) die Temperatur des siedenden Wassers als festen Punkt der Thermometerskale (oben S. 554.) an; Birch's Hist. of the Roy Soc. Vol. IV. — Der Siedepunkt jedes Tropfbaren ist aber abhängig von der Barometerhöhe, und es ist daher einer des Thermometers nur bei einem bestimmten Barometerstande, dem von 28 Zoll Merkurhöhe, festzusetzen. Je höher der Barometerstand ist, um so höher wird die Temperatur seyn, deren das Tropfbare bedarf um zu sieden. Biot's Unters. zufolge entspricht eine Aenderung des Barometerstandes von 1 paris. Zoll, einer Aenderung (Steigerung

oder Herabdrückung) des Siedepunktes um 1° C. (nach De Luc und Wollaston jede Linie Bar. Veränderung, von 28 Zoll Barometerh. an gerechnet, einer Thermometeränderung = 0°, 08849 C. oder 0°.07079 R.; Transact. phil. LXVII. N. 37.). Daher Fahrenheit's u. Cavallo's von Wollaston verbessertes (aber dennoch keine sehr genaue Messungen zulassendes) thermometrisches Barometer zum Höhenmessen, oder Vorrichtung, mittelst des in verschiedenen Höhen beobachteten Siedepunktes, den Höhenunterschied zu bestimmen; Schweigger's Journ. XXIII. 261 u. ff. Die Wirkung des Pulshammers. Das Abdampfen, Sieden und Destilliren in verdünnter Luft; vergl. Cap. II. S. 362. Watt brachte soviel Wasser von 37° F. in die Torricellische Leere, daſs es gänzlich in Gas übergieng; das Merkur fiel ½″. Nach Robisons Vers. (Black's Vorles. a. a. O.) ist der Siedepunkt im anfänglich möglichst leeren Raume bei einer Temperatur gegeben, welche 145° F. unter der des gewöhnlichen Siedepunktes; nemlich der des Wassers bei 67° F. = 15,55° R. = 19°,44 C. und des Alkohol's bei 34° F. = 0°.88 R. = 1°,11 C. Gren's Vers. über die Siedepunkte des Wassers in Guerikeschen Leeren von verschiedener Spannung; dessen N. Journ. I. 144 ff. De Luc's Beob. über das Herabdrücken des Siedepunktes mit der Zunahme der Höhe des Standpunkts, auf dessen 1762 veranstalteten Reise über den Mont Cenis und auf den Gebirgen in Faucignu 1765; Lemonnier's Vers. auf dem Gipfel des Lanigou in den Pyrenäen (wo bei 20″, 2‴, 5 Barometerst. der Wassersieder. bei 71° R. gegeben war, so wie die des Secondat de Montesquieux (der auf dem Pic de Midi das Wasser bei 72° R. sieden sah), Lamanon und Monge, die auf dem Gipfel des Pic von Teneriffa, bei 19″ 1‴ Barometerst., das Wasser bei 71° R. und v. Saussure, der es auf dem Montblanc bei weniger als 70° R zum Sieden brachte, bestätigen obige Folgerungen.

3) Es sieden bei 28″ Barometerst. nachstehende Flüssigkeiten, bei denen darunter gesetzten Temperaturgraden:

Salzäther	Salpeteräther	Blausäure	Schwefeläther
12° C.	20°	26°,5	37
Schwefelalkohol	Wässriges Ammoniak	Alkohol	Bergnaphta
45	60°	79°,7	85°
Wasser	Terpentinöl, rectif.	Kuhmilch	Gesättigte Kochsalzlösung
100°	100°	100°55	105°,75
Lös. des salpeters. Baryts	Gesättigte Lös. d. kohlens. Kali		Jod
110°	127°		180°

Schwefelsäure	Phosphor	Schwefel	Merkur
285°	288°	293°	356°.

4) Achard behauptete, daſs gewisse Salze den Siedepunkt des Wassers herabdrückten, aber Gay-Lussac zeigte den Ungrund dieser Behauptung; es muſs nemlich die Wärme bei den Salzlösungen nicht nur den in der Regel vermehrten Druck der dichter gewordenen Flüssigkeit, sondern auch die chemische Anziehung zwischen Salz und Wasser überwältigen, um dem Dampfe die nöthige Spannung zu ertheilen. Wieviel die letztere zu wirken vermöge zeigt, z. B. dis Schwefelsäure, die durch bloſse Erhitzung nicht zu entwässern ist, und zeigen überhaupt sowohl die Vermehrung der Feuerbeständigkeit der flüchtigeren Substanz durch die mit ihr verbundene minder flüchtige, als auch umgekehrt die sog. Mitverflüchtigungen, z. B. des Wismuth mit dem Merkur, bei dessen Destillation, des salzs. Natron (und Kalks) durch verdunstendes Meerwasser; vergl. m. Beiträge II.

5) Tropfbare, welche bei Temperaturen unter ihrem jedesmaligen Siedepunkte chemisch verändert werden, z. B. geschmolzene Harze, fette Oele, Salpetersäure etc. zeigen eigentlich kein wirkliches Sieden, sondern vielmehr ein Gasentbinden durch Zersetzung; Dalton in m. Einleit. in d. neuern Chem. a. a. O. u. Pl. Heinrich Phosphoresc. I. 188.; vergl. Gilbert's Ann. XII. 103. Merkwürdige Erscheinung beim Sieden des Kampfers; Muncke's phys. Abh. 438.

6) Verschiedenheiten in der Wärmeleitung und Wärmestralung der Gefäſse, und der Stärke der zugeführten Wärme, ändern theils den Siedepunkt, theils die Zeit, innerhalb welcher es zum Sieden kommt, etwas ab; nach Gay-Lussac siedet Wasser in metallenen Gefäſsen um 1°,3 C. niedriger, als in gläsernen; vergl. jedoch damit Muncke's Vers. Gilbert's Ann. LVII. 214. Den Vers. des letzteren Experimentators zufolge finden folgende Unterschiede der Temperaturen unter oder über 80° R. statt:

In einem Gefäſse aus	Bei Berührung des Bodens durch die Thermometerkugel	Wenn die Thermokugel $\frac{1}{2}$ Zoll unter der Oberfläche des Wassers gehalten wurde
Silber	— 0°,10 R.	— 0°,20 R.
Platin	— 0°,10	— 0°,50
Kupfer	+ 0,40	+ 0,01
Messing	0,55	0,15

Marmor	0,05	0,15
Bley	0,20	0,10
Zinn	0,30	0,10
Porzellan	0.80	0,05
Weissem Glase	0,30	0,00
Grünem Glase a	0,80	0,60
Grünem Glase b	0,30	0,00
Demselben	0,30	0,10
Fayence	0,80	0,30
In einem irdenen Topf	0,80	0,20

Bei gleicher Leitung, gleichem Durchmesser und gleicher Oberflächenglätte, sollte, bei derselben Flüssigkeit und demselben Barometerstande, der Siedepunkt fix seyn, wenn nicht noch ein Unterschied bewirkt würde, durch die verschiedene Gestalt der Mündung des Gefäfes (die engere Mündung wird langsameres Entweichen und dadurch stärkeres Gegenstemmen der Dämpfe gegen das Tropfbare bewirken) und durch gröfsere oder geringere mechanische Reinheit des Wassers. Sand z. B. setzte in M's Verf. den Siedepunkt um einige Zehntheile eines Grades R. herab; vergl. oben S. 628. Bem. n und m. Einleit. in die neuere Chem. a. a. O. Dem Sande ähnlich verhalten sich in dieser Hinsicht fein zertheilte Metalle, Schwefel, Metalloxyde, Erze, Steine, Glaspulver etc.; hingegen wird der Siedepunkt erhöht durch Zusatz von Harz, Kampfer, Balsamen, Honig, Schleim etc. und bleibt derselbe ungeändert durch Merkur, Sandarach, Drachenblut und weisses Colophonium(?).

7) Wenn im Pulshammer (oder sog. Temperamentenglase) die Flüssigkeit zu sieden aufhört, wenn man das entgegengesetzte Ende des Gefäfses ebenfalls erwärmt, so geschieht dieses in Folge der den schon entstandenen Dämpfen zugeführten Wärme und der dadurch vermehrten Elasticität der Dämpfe; umgekehrt fängt die Flüssigkeit wieder an zu wallen, wenn man diese Elasticität aufhebt oder doch beträchtlich herabstimmt, indem man den Dampf haltigen Gefäfstheil von Aussen plötzlich (z. B. durch kaltes Wasser) abkühlt. Dieselben Erscheinungen gewährt noch deutlicher ein bis zur Hälfte mit Wasser gefüllter kleiner Glaskolben, den man bis zum lebhaften Sieden über einer Weingeistlampe erhitzt, dann plötzlich durch einen eingeriebenen Glasstöpsel verschliefst, während man die Lampe entfernt. Das Wasser hört auf zu sieden, solange die obere Kolbenhäfte noch heifs ist, fängt hingegen wieder an, sobald dieser obere Theil (z. B. durch ein mit lauwarmen Wasser gefeuchtetes Umschlagetuch) so weit abgekühlt wird,

dafs der gröfsere Theil des Dampfes zu tropfbaren Wasser sich zusammenzieht. Wiedererhitzung dieses oberen Theils, z. B. durch Eintauchen in heisses Wasser, bringt das tropfbare Wasser wieder zur Ruhe.

8) Die oben (S. 659.) angegebenen Siedepunkte, gelten nur so lange, als die Gefäfse, worin das Sieden bewirkt wird, offen sind; verschlossen hingegen, rücken die Temperaturen der Siedepunkte hinauf, indem Verhältnifs als die Elasticität der über den Tropfbaren lastenden, eingeschlossensn Dämpfe (und damit deren Druckgewalt), durch die Wärme vermehrt wird. Aus diesem Grunde kann Wasser, ohne zu sieden, im Papinianischen Topfe bis zu 204 C. erhitzt und es können dadurch demselben beigegebene Substanzen (z. B. Knochen etc.) erweicht und zertheilt werden, die in offenen Gefäfsen gar nicht zum Aufweichen durch Kochen zu bringen sind; vergl. Cap. II. S. 363. Muschenbroek sah Bleidräthe in dem bei 540° F. (226$\frac{2}{3}$° C.) siedenden Wasser des P.schen Topfes schmelzen. — In hermetisch versiegelten (d. i. zugeschmolzenen) Glasgefäfsen, löst sich Merkur in — mit Lavendelöl versetztem — Phosphor auf; vergl. J. H. Ziegler de digestore Papini. Basil. 1769. 4. Edelkranz vereinigtes Sicherungs- und Vacuumsventil des Pap. Topfes; Gilbert's Ann. XXII. 114. Die höhere Temperatur der erhitzten eingeschlossenen Tropfbaren geht in dem Verhältnifs hervor, als die Wärme gehindert ist, eine ihrer Intensität angemessene Ausdehnung zu bewirken (und wenn die cohärenteren Starren der gröfseren Temperaturerhöhung fähig sind, als die minder cohärenten, bevor sie schmelzen; so ist es hier die Cohärenz selbst, welche die Temperaturerhöhung bedingt). Um verschiedene Substanzen bei hoher Temperatur und vermehrtem Druck in Glasgefäfsen gefahrlos zu erhitzen, pflege ich letztere hermetisch zu verschliefsen und dann in dem mit hinreichendem Wasser gefüllten papinianischen Topfe dem Feuer preiszugeben; ist das Glasgefäfs zu leicht, und in dem nicht Wasser-vollen Topfe nicht hinreichend von Wasser umflossen, so umziehe ich es mit Drath und beschwere diesen unten durch Metallgewichte.

§. 188.

Vers. LXIII. In eine, in einem Becken mit Merkur senkrecht stehende Glasröhre, in welcher das zuvor eingefüllte Merkur (1. S. 330.) die zeitige Höhe des Barometerstandes des Ortes hat,

und deren Leere oben einige Zolle beträgt, bringe man, ohne die Temperatur der Vorrichtung zu ändern, nach und nach so lange einige Tropfen Wasser, bis das Merkur der Röhre nicht mehr fällt, und noch einige unverdampfte Wassertropfen auf dem Merkurspiegel in der Röhre schwimmen; so wird die Tiefe, bis zu welcher das Merkur in der Röhre durch den Wasserdampf herabgedrückt wurde, in Zollen, Linien etc. ausgedrückt, das von Seiten des Wasserdampfes (bei der bestimmten Temperatur gegebene) erreichte Maximum seiner Dehnkraft (Expansivkraft) messen. Jede Veränderung der Temperatur wird die senkrechte Höhe der Merkursäule abändern; sie wird sich verlängern, wenn die Temperatur abnimmt, und verkürzen, wenn diese wächst, und mithin darthun, daſs (Dalton's Entdeckung gemäſs, vergl. S. 643.) die Verdampfung bei einer bestimmten Temperatur nur bis zu einem bestimmten Punkte fortschreitet, und daſs es mithin für jede Temperatur ein (aus der Wärme und dem Drucke resultirendes) Maximum der Dichte des Dampfes giebt, welches derselbe bei der gegebenen Temperatur nicht zu überschreiten vermag; vergl. oben S. 642 ff.

1) Dalton fand bei einer Temperatur von 50° C. die Tiefe, bis zu welcher das Merkur durch Wasserdampf (im Maximo seiner Dichte) herabgedrückt wurde = 3,5 engl. Zoll (oben S. 643.); d. h. die gröſste Dehnkraft, welche der Wasserdawpf bei 50° C. zu erlangen vermag, ist gleich dem Drucke einer Merkursäule von 3,5 engl. Zoll; vergl. Gilbert's Ann. XV. Bringt man statt des Wassers, Weingeist, Aether etc. in die Torricellische Leere, so wird die dadurch entstandene Falltiefe der Merkursäule das Verhältniſs der Dehnkraft des Weingeist-, Aether- etc. Gases zu jener des Wassergases (von derselben Tempera-

tur) angeben. Die bei Siedhitze entwickelten Dämpfe müssen bei allen Tropfbaren gleiche Spannung (Dehnkraftsäusserung) haben, weil dann das von ihnen gewältigte Hindernifs (der Druck der Atmosphäre) für alle gleich grofs ist, und wie sich die Abstände der Siedepunkte der verschiedenen Tropfbaren verhalten, so werden sich auch ihre Spannungen bei anderen (aber gleichen) als den Siedtemperaturen verhalten. Wenn daher z. B. Wasser bei 100° C. und Alkohol bei 79°,7 siedet (wo mithin ihre Spannungen gleich sind) so mufs die Spannung des Alkoholgases von 0° C., der Spannung des Wassergases von 20°,3 gleich seyn, da beide Temperaturen gleich weit von jedem der Siedepunkte abstehen. Nach Watt vermehrt das Wasser beim Uebergange in Dampf sein Volum 1788 Mal (1 K. Wasser giebt nach W. 1 K. Fufsdampf); nach Gay-Lussac 1700,6 Mal. Alkohol, Aether etc. dehnen sich hiebei weniger oft aus und geben daher auch schwerere Dämpfe, als das Wasser.

2) Prony, Schmidt, Mayer, Laplace, Soldner, v. Gerstenberg und Arzberger haben für die Spannung der eingeschlossenen Dämpfe Formeln zu construiren versucht, und dieselbe gewöhnlich (gleich Dalton; s. oben S. 642. u. S. 643.) in Höhen der Merkursäule oder auch in Gewichten ausgedrückt. Mit der a. a. O. im Auszuge aufgeführten hieher gehörigen Dalton'schen Tabelle, vergl. die aus Arzberger's Versuchen bei sehr erhöheten Temperaturen entsprungene; Jahrb. d. K. K. polytechnischen Instituts I. 144 ff. Eine geschichtliche Darlegung der erwähnten Formeln, ebendas. Vergl. auch vorzüglich Mayer in den Com. Soc. Reg. Scient. Goetting. ad a. 1808 — 1811. Biot I. a. a. O. Muncke in Schweigger's Journ. XXII. 1. Ure in den Transact. phil. 1818. II. 338 ff. De Betancourt Mém. sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de l'esprit de vin. Paris 1792. 4. u. Gren's Naturl. §. 585.

3) Eine der merkwürdigsten Anwendungen von der Kraft der Wasserdämpfe, — welche, nachdem sie ihre Expansion geäussert hat, durch Abkühlung der Dämpfe aufgehoben, zuvor aber durch zu hebende Lasten (Hebelarme etc.) gezähmt wird — liefert, in der eben bemerkten Weise die Dampfmaschine; Gilbert's Ann. XVI. 130. desgleichen XXI. XXII. u. XXIII. XLIII. 102. LIV. 92 ff. Biot IV. 751. Schweigger's Journ. XIV. 269 ff. und Gewerbsfr. II. u. III. Hermbstädt's Bulletin VI. Jahrb. d. K. K. polyt. Inst. I. 114. Anwendung auf Dampfschiffe, Dampfwägen etc. Gilbert's Ann. LIII. 63. LIV. 142 ff. Ueber Kochen mit Wasserdampf; Dampfküchen und Dampfbäder a. a. O. XXXIII. 395. XLVII. 348. d. Gewerbsfreund IV. Bicker und Rouppe's Dampfmesser; Gilbert's Ann. X. 257.

Cyarcys Dampfbarometer; Gren's Journ. IV. 278. Schmidt ebend. 259.

4) Ure's Untersuchungen zufolge (Phil. transact. 1818. II. 589.) nehmen nachstehende Tropfbare zum Vergasen (Uebergehen in Dampf) die beigesetzten Wärmemengen bindend auf:

Wasser	537°
Alkohol	246
Aether	168
Petroleum	99
Terpentinöl	99
Salpetersäure	295
Tropfbares Aetzammoniak	465
Essig	486

Vergl auch Ure in Schweigger's Journ. XXVIII. 329, 347 u. 352.

5) Uebes Verdunstung in der Torricellischen Leere (s. oben S. 642.) vergl. noch Messier in den Mem. de l'Inst. N. II. 473. Ueber Verdunsten bei mäſsiger Wärme im lufterfüllten Raume, z. B. der Metalle und riechbaren Stoffe; Muncke's phys. Abh. 593 ff. u. Charpentier in Gilbert's Ann. XII. 365. Ueber Reduction des Hornsilbers durch bloſse Erhitzung; Scopoli und Vasalli in v. Crell's Ann. 1795. II. 88. 92. 150 ff. u. Scheele in dessen sämmtl. Schriften I. 144. Ueber Tödtung durch Hitze, Verkohlung etc. oben Cap. VI. Mumien durch Kälte und durch anstrocknende Hitze etc.; Ueber stralende Wärme im Vacuo; Muncke in Schweigger's Journ. XXX. 210. Ueber Ure's Behaupt. (gegen Dalton), daſs sich die Eigenwärme des Wassers mit der Temperaturerhöhung mindere; a. a. O. XXIX. 354 ff.

6) Bei gleicher Spannung der verschiedenen Substanzen zugehörigen Dämpfe, ist das Produkt ihrer Dichtigkeit in ihre Eigenwärmemenge gleich; vergl. oben S. 583. und Schweigger's Journ. XXVIII. 360.

D) Von den Thermometeoren.

§. 189.

Bei den meisten Lufterscheinungen hat die Wärme wesentlichen Antheil, bei vielen spielt sie eine Hauptrolle, und diese letzteren nennt

man ausschliessentlich Thermometeore. Ausser mehreren bereits in Cap. V. VII. u. X. erwähnten, gehören hieher: die Ausdünstungen der Erdoberfläche und die Niederschlagungen des expansibelen (mehr oder minder mit fremdartigen Theilen geschwängerten) Wassers; die Strömungen der Luft und der Meere; die Winde, die Meereswogen und die vorzüglich mit den ersteren zusammenhängenden klimatischen Veränderungen der Erdoberfläche. Eine Erklärung der einzelnen hieher gehörenden Erscheinungen ist zum Theil schon gegeben worden (oben S. 594 ff. u. 614 ff.) zum Theil zu finden in meinen Gründzügen der Physik und Chemie 256 u. ff. — Vergl. Lampadius Atmosphärologie. §. 58 — 77. u. J. T. Mayers Lehrb. über die phys. Astronomie, Theorie der Erde und Meteorologie. Göttingen 1805. 8., Schmidt's Handbuch der Naturlehre etc. IIte Abthl. Gießen 1813. 8., so wie auch die oben S. 617. angeführten Schriften und Muncke's Anfangsgründe der Naturl. II. Heidelberg 1820. 8. Desgleichen H. W. Brandes: Untersuchungen über den mittleren Gang der Wärmeänderungen durchs ganze Jahr; über gleichzeitige Witterungs-Ereignisse in weit von einander entfernten Weltgegenden; über die Formen der Wolken, die Entstehung des Regens und der Stürme; und über andere Gegenstände der Witterungskunde. Mit 2 Kupfertafeln und 7 illum. Witterungstab. Leipzig 1820. 8. J. W. Pfaff: Das Licht und die Weltgegenden etc. Bamb. 1821. 8. Gerdum in Gilbert's Ann. XLI. 426 ff. Witterungsblatt etc. Eine Zeitschrift herausgeg. von Dittmar. 1stes Heft. Berlin 1821. 8.

ANHANG.

XII. CAPITEL.

GESCHICHTE DER NATUR.

A) Von der Entstehung der Weltkörper.

§. 190.

Alle Gestaltung setzt das Gestaltlose: die der Weltkörper das Urflüssige (den Aether) voraus. Die Weltkörperbildung erfolgte und erfolgt noch jetzt nach den einfachsten Naturgesetzen, denen der Schwere, des Magnetismus, der Electricität und der Wärme, des Lichtes und des Chemismus. Die frühesten Momente cosmischer Gestaltung scheinen in jenen flüssigen Lichtmassen gegeben zu seyn, die öfters einen Sonnen- oder Cometenartigen Körper in der Mitte haben (I. S. 234.); späterhin scheint Concentration zur Cometenmasse einzutreten; welcher Planetenbildung folgt, die sich mit Sonnenbildung endigt, um vielleicht von hier aus aufs Neue zu beginnen.

1) Es sind diese hypothetischen Folgerungen durch Zusammenstellung der a. a. O. erwähnten astronomischen Beob. entstanden; Angabe der Gründe und weitere Ausführung sowohl hier als in der Folge mündlich. Vergl. die im I. Bd. S. 16 ff. 21 ff. 200 ff. und im II. Bd. S. 537 ff. angegeb. Lit.; so wie auch m. Beiträge I. S. 150. §. 26 ff. u. die älteren Schriften eines Ostanes (450. J. nach Christ. Geb. lebte), Marsill Ficin (1491), Kepler, A. Kircher, Helvetius, D. Cluver (Geologia. Hamburg 1700. 4.), Nicolas, St. Martin, Büffon, Franklin, de Luc, Pallas, Kirwan, Delametherie (Theorie der Erde. Aus dem Französ. von Eschenbach. Leipz. 3 Thle. §. 373 ff.) u. m. a.; ferner: Fries Entw. d. Syst. d. theoret. Phys. S. 114 ff. Archiv f. d. neuesten Entdeck. aus der Urwelt Herausgeg. von Ballenstädt und Krüger. I. — III. Quedlinburg 1821. 8. H. F. Link: Die Urwelt und das Alterthum, erläutert dureh die Naturkunde. Berlin 1821. 8.

2) Auch die Erde scheint aus der cometenartigen Beschaffenheit und Bahn in die planetarische übergegangen zu seyn. Vermehrung und Verdichtnng ihres Kerns, Zusammenziehung ihrer dunstigen Atmosphäre zu tropfbarem Wasser, dürften die Uebergangsperiode aus der einen Weltkörperbeschaffenheit in die andere bezeichnet haben; durch die Kernbildung freiwerdende Wärme, mufste auf die Kernrinde hinsichtlich der Anziehung zum Wasser und zum Weltäther abändernd wirken, und die Möglichkeit theils von Verbrennungen der Substanz der Kernrinde, theils von Lösungen des Verbranndten in deren Wasser gewähren. Mit der Rotation (der Erde) die den Kometen, besonders den dunstigen gänzlich abgehen dürfte, trat vermehrte Widerverdampfung des Wassers und dadurch geregelte krystallinische Ablagerung der zuvor gelöst gewesenen (meistentheils aus Oxyden leichter Metalle bestehenden) Materien ein. Hieher gehören der meist regelmäfsige Parallelschichtenbau aller bekannten Urfelsformationen, die Ausdehnung derselben Felsart durch viele Längengrade, die Uebereinstimmung der Felsarten in der Stellung, Senkung, Streichung, dem Schichtenwechsel und den übrigen Eigenheiten, welches zugleich anzeigt, dafs gleiche Arten der Felsschichten, auf der ganzen Erdoberfläche, stets in einem und demselben Zeitraume niedergeschlagen wurden. Wahrscheinlich stand vor und während dieser Niederschlagungen und magnetisch von Innen heraus bestimmten Felskrystallisationen, das Wasser in bedeutenderer Höhe, und senkte sich allmälig bis zu dem jetzigen Stande, was theils durch (mittelst Electricität und Wärme beförderte) Verdunstung (in gröfserer Erd- und Sonnenhitze als jetzt), theils durch Erstarrung des Wassers zu Krystalleis und or-

ganischer Masse möglich wurde. Eben so scheint auch früher durch stark bedeckten Himmel mittelst einer verhältnifsmäfsig weiter ausgedehnten, dichteren Atmosphäre, Temperaturgleichheit statt gefunden, und die Hitze sehr grofs gewesen zu seyn, so dafs Erden etc. in dem (damals oxydirterem?) Wasser theils gelöst, theils aufgequellt erhalten wurden, deren Lösungsfähigkeit jetzt unbedeutend ist oder gar nicht mehr Statt findet. Diese Ablagerungen selbst mufsten aber, theils durch Berührung des metallartigen (?) vielleicht hohlen Kerns (? vergl. den Gewerbsfr. I. S. 91 ff.) theils in Folge der Berührungen unter sich im Innern fortdauernd Berührungselectricität erzeugen, welche sowohl hinsichtlich des Erdmagnetismus, als besonders auch rücksichtlich der chemischen Veränderungen des annoch gelösten Antheils der Erdsubstanz, in Verbindung mit den Wirkungen des Sonnenlichts, des Wassers und der Atmosphäre, zu den mannichfachsten Gestaltungs- und Mischungsänderungen beigetragen haben dürfte und noch beiträgt.

3) Die Natur schreitet in ihren Entwickelungen von dem Einfacheren zu dem Mannichfaltigeren fort, und letzteres ward, indem das Wasser zwischen Metall und Luft als Vermittlerer wirkte, und so das Materiale zu selbstständigeren Organismen reichte. Denn die älteren Felsarten enthalten organischen Stoff (geben mit reinstem Wasser begossen Infusorien und Priestley's grüne Materie), und Kalk und Kohlenstoff (als Andeutungen vorhandener oder im Entstehen begriffener Organisationen) sind mit jenen Felsarten gleichzeitig. Anorganische Ablagerung und organische Bildung treten theils gleichzeitig, theils abwechseln dein. Schon in der noch wässrig dunstigen kernlosen Masse, mufste die Möglichkeit in sich geschlossener galvanischer Actionen für jeden Tropfen, durch die Mitwirkung von Luft und Wärme eintreten, und die Lichtabsorption zunehmen. Hiemit trat nun überall die Möglichkeit ein, den Kreis des galvanischen Wirkens mittelst lichtreicher Substanz schliefsen zu machen, und so mehr und mehr das Licht innerhalb der Wassersubstanz zu individualisiren. Diese Individualisiruugen, in Verbindung mit der electrischen Kreisbewegung in jedem zur galv. Kette geschlossenen Tropfen, und mit allen in denselben zu Gasblasehüllen (und dadurch zu Zellen- und Gefäfsgestaltungen) sich mehr oder weniger zusammendrängenden Hohlkügelchen, liesen aber überall dem Leben den bestimmten Raum zum Wirken, und während dieses in jedem Tropfen das in sich thätige Weltganze in den einfachsten Formen wieder zu geben versuchte, knüpften diese zahllosen Versuche selbst die Dauer der Lebenserscheinung an die Wechseldauer des Weltkörpersystems, zu dem die damals annoch embryonische Erde gehörte. Dieselben Organismen, deren Werden noch jetzt

an die einfachsten Bedingungen geknüpft ist, die Infusorien, sie waren es höchst wahrscheinlich, welche der Verlebendigung des cometarischen Wassers zum ersten Zeichen dienten. Ihr momentanes Einzelleben bot, nach dem Absterben jedes einzelnen Infusoriums, dem nächst entstehenden, in seiner abgestorbenen Substanz, ein mehr individualisirtes Materiale dar, in welchem das Wasser in bereits gröfserer Menge als erregbarer und erregender, lichtreicher Vermittler zugegen war. Jede vorgängige Infusorienbildung erleichterte demnach der nächstkommenden nicht nur das Entstehen, sondern auch die gröfsere Andauer des Bestehens, und indem mit dieser die Lichtabsorption zunahm (wie denn noch jetzt die Fassungsfähigkeit für Licht mit der Lebensenergie z. B. der Pflanzen in geradem Verhältnifs steht) trat die Möglichkeit: ein Licht und Wasserbestandtheile unzersetzbar zu einen, und so metallische Grundstoffe aus dem Wasser zu erzeugen; nun erst entstand der Dunsthülle gegenüber, allmählig aus den sich häufenden Leichen der Infusorien, die dunkelere Substanz des Kerns. Das Leben ist daher letzter und einziger Quell aller Grundstoffverschiedenheit und damit aller bestandenen und bestehenden, gegebenen und kommenden Mannichfaltigkeit der Erde; vergl. m System d. Chemie: die Abschnitte Organismus, Krystallisation und Organisation; und meine Einleit. in die neuere Chemie, II Abschn.

4) Den gröfsten Theil der Erdoberfläche bedeckt gegenwärtig das Meer; war dieses stets der Fall? Die Sagen der Völker sprechen von grofsen Fluthen, welche in früheren Zeiten die höchsten Berge überschwemmt haben, und denen dann wiederum Ebben gefolgt seyen. Hieher gehöret das angebliche Versinken der Atlantis und dessen theilweise Wiedererhebung in dem heutigen Amerika: Zu Solon's Zeiten soll das atlantische Meer; wegen des Schlamms den die versunkene Atlantis erzeugte, noch unschiffbar gewesen seyn; und die Thiere und Vögel, deren Umrisse in den Hieroglyphen der ägyptischen Pyramiden vorkommen, sollen Aehnlichkeiten mit den annoch in Südamerika lebenden besitzen (?). Noch jetzt tritt das Seewasser, z. B. an Schwedens Küste, mehr und mehr zurück, während es an Ostindiens Küsten mehr anschwellt, und während die Ebbe zur Zeit in Staatenhock = 18 Fufs ist, beträgt sie 10° nördlicher nur 8 Fufs, so dafs das Meer gegenwärtig mehr und mehr gegen den Aequator zurückzutreten (und auch gegen den Südpol sich zu senken) scheint. Ist der Kern der Erde einer durch Wärme und Kälte bewirkten periodischen Ausdehnung und Zusammenziehung unterworfen, und ist gegenwärtig die gröfsere Zusammenziehung der südlichen Erdhälfte das Bedingende ihrer gröfseren Wasserbedeckung und die gröfsere Ausdeh-

nung der nördlichen Hälfte, die Ursache des verhältnifsmäfsigen Mehr des Festlandes dieser Hälfte, und fallen die Perioden dieser Dehnungswechsel mit den Hauptmomenten der magnetischen Periode des grofsen platonischen Jahres zusammen (I. S. 453.)?

5) Vom Meere ausgehend, erhebt sich gegenwärtig das Festland zu ausgebreiteteren Flächen von höchstens 8 bis 10000 Par. Fufs über Meeresfläche. Um gröfsere Landhöhen und Hauptgebirgsrücken gelagert (von denen fast rechtwinklig untergeordnete Gebirgsjoche auslaufen) bildet es die Umgebungen und das Zwischenliegende der in langen Zügen mit einander verbundenen Gebirge, die in Form zweier, der Gebirgsphysiognomie nach von einander abweichender grofser Erdkrystallstämme, im tiefsten Norden wurzelnd, sich einerseits über die alte Welt, anderer Seits über Amerika südwärts verbreiten, und sich dabei gegen das Meer nord- und nordostwärts allmählig abflächen, süd- und südwestwärts hingegen kurz und steil abfallen; vielleicht beides in Folge der langsam fortwirkenden von Osten kommenden grofsen Meerströme?. Der höchste Berggipfel der Erde ist der Dhawalagiri (oder „weisse Berg") im Himalaya-Gebirge (zwischen Ostindien und Tibet) von 25572 paris. Fufs Höhe; vergl. I. S. 346. Setzen wir für die Erde 9261900 Quadratmeilen, so kommen davon für die Wasserbedeckung ohngefähr $\frac{3}{4}$ und für das trockne Land $\frac{1}{4}$, und von letzterem für Europa 178016 geogr. Quadratmeilen

Asien	690799	—	— —
Afrika	520794	—	— —
Amerika	596526	—	— —
Australien	172000	—	— —

Die Gebirgsketten ziehen sich entweder nach den Küsten des festen Landes hin, mit denselben oft auf lange Strecken parallel laufend, und sich nicht selten von den Vorgebirgen aus unter dem Meere fortsetzend und aus demselben mit einzelnen Kuppeln und Gebirgsebenen (nemlich in zusammenhängenden Inselreihen) hervorragend (z. B. die Cordilleras im südlichen Amerika) oder sie bilden hohe Centralgebirge, oft sehr grofse Gebirgsebenen einschliefsend (z. B. das Uralische Gebirge, der Jmaus und Altai in Asien) oder einzelne, mehr oder weniger zusammenhängende Gebirgszüge (z. B. die Apenninen, Pyrenäen, der Jura, die Rheingebirge, die Gebirge Schwabens, Baierns, Tyrol's; der grofse Gebirgszug vom nordwestlichen Ende bis zur südlichsten Spitze Amerikas, durch den der grofse stille Ocean vom atlantischen und Eismeere geschieden wird etc.).

6) Die unter dem Namen der Sündfluth bekannte grofse Fluth,

von der die heiligen Urkunden Moses zeugen, leiten mehrere (z. B. auch Newton — vergl. I. S. 238. - Halley und Cuvier) von dem Drucke oder von dem Gegenzuge eines grofsen der Erde nahe vorübergehenden Cometen ab (wiewohl sich gegen diese Annahme bedeutende Zweifel erheben lassen; s. oben a. a. O.) Pallas und Jacob schreiben sie dagegen der Emporhebung des Bettes des Oceans (in Form neuer Inseln und Continente) zu; Emportreibungen, welche nicht die Folge des Wechsels der Zusammenziehung und Wiederausdehnung des Erdkerns, sondern durch im Innern der Erde zu Stande gekommene Gasentwickelungen bewirkt worden seyn sollen. (Dieselbe Art von Emportreibungen nehmen mehrere Geognosten, jedoch ohne hinreichenden Grund, für das Bedingende der gebirgigen Ungleichheit der Erde überhaupt, insbesondere aber, für die sog. Trappgebirge an; s. weiter unten). Letztere erinnern für diese Annahme an jene Seeanschwellungen, welche vulkanische Eruptionen und Erdbeben zu begleiten pflegen. So z. B. veranlafste ein kleiner untermeerischer Vulcan ohnweit Santorini (den 9ten Oct. 1650.) solch ein Anschwellen der See, dafs 80 engl. Meilen, davon einige Galleeren des Grofsherrn im Hafen von Candia scheiterten, und die Wellen 45 Fufs Höhe erreichten.

7) Die Theorien über die Gestaltung der Erde theilen sich vorzüglich in zwei Hauptansichten, deren eine das gesammte Gebirge sich nur aus dem Wasser (in geregelter Gestalt oder ungeregelt) absetzen läfst (Neptunismus) deren andere hingegen alle Gebirge als das Erzeugnifs, theils der unmittelbaren Gewalt des Erdfeuers (Centralfeuers; oben S. 611.) theils der Druckgewalt der durch das Feuer im Innern der Erde erzeugten Wärme betrachtet (Vulcanismus). Eine dritte, von mehreren neueren Geognosten befolgte Ansicht, vereint beide ältere Ansichten, indem sie gewisse (besonders die normalen) Gebirgsmassen aus dem Wasser, oder doch mit Hülfe desselben, andere (die sog. abnormen) theils durch vulcanische Feuer und Erdbrände, theils durch galvanische erzeugte und herbeigeführte (electrisch zugeleitete) Wärme entstehen und sich verändern läfst. — Burnet's, Leibnitz's, Büffon's, De Luc's, Kirwan's, Breislac's, Werner's, Voigt's u. A. geognostische Ansichten.

8) In jedem Gebirge bilden dieselben Gesteinarten, Felsgruppen von analogen äusseren Formverhältnissen oder von ähnlichen Physiognomien, so dafs also die innere Beschaffenheit derselben stets der Aussengestalt entspricht, und letztere bestimmte; vergl. Voyage d'Alexandre de Humbolt. 4 partie. Das Innere eines bestimmt begrenzten Gebirges ist aber selten oder nie aus einer Ge-

birgsart zusammengesetzt, sondern es finden sich meistens deren mehrere. Jede hieher gehörende verschieden geartete einzelne Gebirgsmasse heifst ein Lager, und wenn dasselbe — wie gewöhnlich — durch einzelne Absonderungen in plattenförmige Theile gesondert ist, so heissen diese Schichten.

9) Die verschiedenen Gebirgslager kommen über-, neben- und ineinander vor. Im ersteren Falle richtet sich die obere Schicht gewöhnlich, aber durchaus nicht immer nach der Richtung der Fläche des unteren Gebirgs, und die Lagerung kann nicht immer als Kriterium einer relativen Alterfolge der Gebirgsarten betrachtet werden. Stimmen die Gebirgsmassen hinsichtlich ihrer Uebereinanderlagerung mit einander überein, so nennt man sie normale (regelrecht gebildete) im entgegengesetzten Falle abnorme (regellos gebildete) Gebirgsmassen. Die ersteren sind entweder leer an Versteinerungen (aber nicht leer an Infusorienstoff), und liegen dann meist (in ihren Einzeltheilen regelmäfsig krystallinisch geformt) am tiefsten, oder sie führen Versteinerungen, entweder einer uns unbekannten Schöpfung, oder neben diesen solche, deren Originalien noch jetzt den Einzelwesen der lebenden Mitwelt gleichen. Beide Arten von Versteinerungen haltigen Gebirgsmassen erscheinen statt durch chemische und krystallmagnetische Kräfte, nur in Folge mechanischer Druck- und Fluthungs-Gewalten, gebildet, und jene unter ihnen, welche Versteinerungen unbekannter Organismen einschliefsen, gehen hinsichtlich des Alters jenen voran, welchen die Abdrücke oder Steinkrusten bekannter Pflanzen- oder Thierleiber zugehören. Ueberhaupt aber zerfallen alle normalen Gebirgsarten in Grundgebirge (oder Urgebirge, enthaltend primäre Gebirgsarten) Mittelgebirge (secundäre Gebirgsarten enthaltend; Werner's Uebergangs- und Flötzgebirge) und Obergebirge (tertiäre Gebirgsarten darbietend; Werner's aufgeschwemmtes Gebirge).

10) Die von späteren Flötz- und aufgeschwemmten Gebirgen häufig bedeckten Urgebirge, zeigen überall denselben regelmäfsigen Wechsel und eine periodische Wiederkehr ihrer Schichtenmassen. Der als Schichtenglied in jedem Urfels enthaltene Urkalkstein, so wie der Kohlenstoff der Kohlenblende und ähnlicher Fossilien, wechseln stets mit den übrigen hieher gehörenden Felsarten ab. Es giebt einen ältesten und jüngeren Granit, Urkalkstein, Porphyr etc. (Werner nahm bestimmte Formationen im Grundgebirge an, Ebel's und Hausmann's Beobachtungen, machen es aber sehr wahrscheinlich, dafs es gar keine gesonderte Bildung im Grundgebirge

giebt, sondern, daſs dieses ein gröſseres zusammenhängendes Lagerungsganzes bildet).

11) Die Grundgebirgsarten sind Granit, Gneus, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Sienit, Porphyr, Grünstein, Gabro, körniger Kalkstein, Weiſsstein, Hornfels, Quarzfels, Kieselschiefer und Gyps. Sie haben meist eine selbstständige Structur, entsprechend einer groſsen Gleichförmigkeit der anziehenden Kräfte, welche ihre ruhigen Gestaltungen hervorgehen lieſsen, und die ihnen ein Maaſs von Selbstständigkeit ertheilt, welches sie oftmals von der Form benachbarter Massen gänzlich abweichen läſst; eine fächerförmige Stellung der Schichten, gehört dabei zu den nicht seltenen Vorkommen. Hinsichtlich ihres relativen Alters, steht die obergelagerte Gebirgsart der unterliegenden nach. — Die Gleichförmigkeit der Gebirgslager (deren sich jedes einzelne durch eine gewisse Gebirgsart charakterisirt) leidet nicht selten innerhalh des Ganzen seiner Ausdehnung Ausnahmen; indem sich fremdartige Massen, bekannt unter dem Namen „besondere Lagerstätten" darin vorfinden. Diese sind gewöhnlich durch ihren Gehalt (an Erzen oder an einfachen Gesteinen) jedoch auch durch ihre gesonderte Lage und Einzelform vom gröſseren Gebirgslager verschieden, mit dem sie entweder gleichzeitig oder ungleichzeitig entstanden sind. Die gleichzeitigen weichen hinsichtlich der Richtung nicht von jener der zugehörigen Gebirgsschichten ab, die ungleichzeitigen, später entstandenen, durchschneiden (durchsetzen) hingegen die Gebirgsschichten der Queere nach unter mannichfaltiger Winkeln. Die ersteren werden nach ihren verschiedenen Dimensionen: Lager, Stückgebirge, Nieren, Nester und liegende Stöcke genannt; die letzteren Gänge, stehende Stöcke und Puppen. Die Seitenbegrenzungen der Gänge machen das Hangende und Liegende aus. Jenes ist der dem Tage zugewendete, dieses der demselben entgegengesetzte Gebirgstheil. Die zwischen dem Gange und dem Hangenden, oder dem Gange und dem Liegenden befindliche, verflächte Masse heiſst das Saalband. Das Ausgehende und das Tiefste des Ganges sind seine entferntesten Punkte; die Mächtigkeit ist seine Dicke, das Streichen ist die Lage der horizontalen Ausdehnung der Gangflächen oder ihre Längenrichtung in Beziehung auf eine bestimmte Himmelsgegend und das Fallen ist die Neigung der Gangfläche gegen den Horizont. Die Gänge sind entweder taube oder edle; im letzteren Falle enthalten sie vorzugsweise schwere Metalle. Gangarten sind Quarz, Kalkspath, Baryt und Fluſsspath. Fast alle schweren Metalle kommen auf Gängen vor. Nach Werker sind die Gänge späterhin ausgefüllte Gebirgsspal-

ten; uns scheinen die Ausfüllungen nicht sowohl auf mechanischem, als vielmehr auf galvanischem Wege entstandenen zu seyn; vergl. WERNER's Neue Theorie von der Entstehung der Gänge. Freiberg 1791. 8. SCHMIDT (auf WERNER's Ansicht gebaute) Theorie der Verschiebungen älterer Gänge. Frankfurt 1810. 8. u. m. Beiträge I. Heidelberg 1806. 8. Ueber Versteinerungen vergl. F. BLUMENBACHII Specimen archaeologiae telluris terrarumque imprimis hanoveranarum. Götting. 1803. fol. Cuvier: Recherches sur les ossemens des quadrupes. Paris. 4 Vol. 1812. Zusammenfallen der thonigen Gebirgsmassen mit den pflanzlichen und der kalkigen mit den thierlichen Erdentwickelungen; STEFFEN's Beiträge zur innern Naturgeschichte der Erde. I. Freiberg 1801. 8. DÖLLINGER's Metamorphose der Erd- und Steinarten. Erlangen 1803. 8. v. LEONHARD's Bedeutung und Stand der Mineralogie 1818. 8. NÖGGERATH Ueber aufrecht im Gebirgsgestein eingeschlossene fossile Baumstämme etc. Bonn 1819. 8. Gr. Casp. v. STERNBERG: Vers. einer geognost. bot. Flora der Vorwelt. 1. u. 2. Heft. Prag 1821. fol. v. SCHLOTTHEIM's u. A. hieher gehörige Schriften; s. weiter unten. (Die meisten Steinkohlen sind thierisch-vegetabilischen Ursprungs; die ersten Organisationen waren im Wasser lebende Thierpflanzen oder Pflanzenthiere, die Spaltung in Thier und Pflanze scheint einer späteren Zeit anzugehören. Je früher ein Individuum erzeugt wurde, um so einfacher und allgemeiner mufsten die zu seinem Entstehen nöthigen Kräfte seyn, und noch jetzt sind die zwischen Thier- und Pflanzenleben schwankenden Organismen diejenigen, deren Erzeugung durch die allgemeinsten Naturkräfte begründet wird.

12) Die Schichtenstreichung in den Urfelsmassen zeigt die (auf einen electrischen Meridian deutende) Richtung von S. W. nach S. O.; die Schichtenstellung ist gewöhnlich senkrecht und nach S. O geneigt, oder (auf Magnetismus im Grofsen, und Wirkung der Anziehung und Axendrehung der Erde deutend) nach N. und N. W. schauend.

13) Der Urfelsbildung folgte die der Mittelgebirge, welche die stärksten Geschichtsspuren sowohl von den wechselnden Perioden grofser Ruhe (mechanischer Niederschlagung) und Zerstörung, als auch von dem Erwachen des bestimmt vegetabilischen und bestimmt animailschen Lebens neben der Metallablagerung in sich tragen; während in den Urfels- und älteren Mittelgebirgsgebilden häufiger schwere Metalle angetroffen werden. Alle hieher gehörigen Formationen sind geschichtet; und häufig findet man zwischen den Schichtungen der jüngeren und älteren, so wie zwischen denen un-

ter den älteren (gewöhnlich aus Thonschiefer bestehenden) streichenden Urgebirgsformationen, Lager von grobkörnigem Sandstein, Nagelflue oder von eisenhaltigem Thon; es verfloſs mithin eine gewisse Zeit, ehe die Absetzung der neuen Schicht über und an die ältere begann. Der Wechsel von Ruhe und gewaltsamer Zerstörung beurkundet sich ausserdem, durch die in den Flötzgebilden Familienweise ruhig, und durch die ohne Ordnung zertrümmert abgelagerten Kalkschaalenthiere. In geringerer Zahl erscheinen in neueren Flötzformationen die fossilen Fische und Pflanzentheile, und in noch geringerer Zahl, in den jüngsten Flötzgebilden, die der Amphibien, Säugethiere und Vögel. 2000 Fuſs unter und 13872 F. über Meeresfläche finden sich in Mittelgebirgen organische Ueberreste. — Auch die Mittelgebirge streichen von S. O. nach N. W., jedoch kommen schon häufigere Ausnahmen vor. Merkwürdig ist die gewölb- und giebeldachartige Beugung der Schichten einer und der anderen Kette in manchen hieher gehörigen Gebirgsgebilden, so daſs die Schichten auf der einen Seite nach S., auf der anderen nach N. senken. Die Schichtensysteme, sowohl der Grund- als auch der Mittelgebirge bestehen aus verschiedenen Felsarten, von denen sich einige häufig in kleinen Räumen wiederholen und dadurch die vorherrschenden Glieder darstellen. Die äussere oberflächliche Gestalt, die Höhenrücken, und die Richtung der Bergketten sind die Producte weit neuerer Umwandelung, als die eingeschlossenen Felsgebilde selbst. Sämmtliches Mittelgebirge zerfällt in drei Folgen; erste Folge untere Flötze (sog. Uebergangsgebirge) zweite: mittlere Flötze (sog. älteres Flötzgebirg) und dritte: obere Flötze (neueres Flötzgebirg). Jede dieser Folgen besteht aus vier Gruppen von Gebirgsmassen, nemlich aus conglutinirten, thonigen, kalkigen und kohligen, und zwar so, daſs in der ersten Folge die Konglutinate, die Thon- und Kalkmassen einander an Menge ziemlich gleichkommen und so miteinander abwechseln, daſs bestimmte Formationsgrenzen gezogen werden können. Es herrschen hier die groben Konglomerate (als Grauwacke) vor, während die thonigen Massen gewöhnlich als Thonschiefer, die kohligen hingegen (nur sparsam) gemeinhin als Anthrazit erscheinen, und Gangbildungen vorzugsweise in dieser Folge auftreten. Die zweite Folge (das sog. Flötz- oder Kupferschiefergebirge) bietet schon vorherrschenden Kalk und verminderte (mit dem Kalk häufig zu Schieferthon, Thonstein und Mergel etc. verbundene) Thonmassen dar, obwohl der erstere den Konglutinaten noch ziemlich das Gleichgewicht hält; letztere sind feiner als jene der ersten Folge. Die Kohle tritt bereits häufiger auf, theils als Schwarzkohle, theils (in Verbin-

dung mit Thon) als Brandschiefer, theils auch (mit Thon und Kalk verbunden) als bituminöser Mergelschiefer. Vollkommen krystallinische Massen verschwinden ganz und nur sparsam zeigen sich in halbkrystallinischer Form: Mandelstein und Porphyre. Besondere Lagerstätten sind selten und die Gänge dieser Folge heifsen Rücken und Wechsel. Auf bestimmte Weise trennt sich diese Folge in zwei ausgezeichnete Formationen: die untere der Konglomerate (mit dem Kohlensandsteingebirge und dem Todtliegengen) und die obere der Kalkmassen (mit bituminösem Mergelschiefer, und einem reineren Kalk, dem Zechsteine). In der dritten Folge herrschen die Kalkmassen auch gegen die Konglomerate vor, die Thonmassen ordnen sich (in unbedeutender Menge vorkommend) den Konglutinaten und Kalkmassen durch Vermengung unter, und die Kohlenmassen treten ebenfalls wieder etwas zurück, sind jedoch in gröfserer Menge, als in der ersten Folge zugegen. Die Konglutinate erscheinen hier fast ausschliesentlich als Sandstein, selten als gröberes Konglomerat, und krystallinische und kalbkrystallinische Massen sucht man hier vergeblich. Auch diese Folge zerfällt, wiewohl minder deutlich als die vorhergehende gesondert, in eine untere Sandstein- und eine obere Kalkstein-Formation, mit untergeordnetem Sandstein; zu ersterer gehört der sog. bunte Sandstein, zu letzterer der Muschelkalk, Quadersandstein und die Kreide.

14) In Gangverhältnisse erscheinen meistens am tiefsten (in der Teufe) die gediegenen und die nur wenig oxydirten Metalle, höher hinauf die mehr oxydirten und am höchsten (dem Hangenden zunächst) die gesäuerten und gewässerten (die Hydrate der Oxyde schwerer Metalle). Die geschwefelten Metalle treten ohngefähr gleichzeitig mit den oxydirten auf, und zwar die mehr geschwefelten höher und die weniger geschwefelten tiefer. Die phosphorsauren Verbindungen der schweren Metalle, gehören zu den jüngsten Erdgebilden dieser Periode. — Dem Kohlenstoff des Grundgebirges und der ersten Folge des Mittelgebirgs geht der „Wasserstoff" ab. (Ohngeachtet der Flufsspath häufig in der Nähe der Bleierze als Gangart hervortritt, fand man doch bis jetzt noch kein flufssaures Bley). Alle den älteren Perioden der Entwickelung angehörigen Einzelsteine, scheinen theils in den jüngeren Perioden selbst wieder zu erscheinen (wiewohl nicht selten in veränderten Aggregationsverhältnissen) oder doch in diesen durch ähnliche jüngere vertreten zu werden. Sollte es sich erweisen lassen, dafs die Trappformation durchgängig (?) jünger, als die erste und zweite Folge des Mittelgebirgs sey, so würde dieses jene Vermuthung vollkommen rechtfertigen; denn in ihr kehren

in der That die meisten Einzelgesteine der älteren normalen Gebirge wieder. Vertritt im obigen Sinne, z. B. der Corund den Demant, das Arsenikzinn den Zinnstein?

15) An den Seiten aller Gebirgsganzen sind zahllose Trümmer (theils als Nagelflue- und Sandsteingebirge, theils als Geschiebe und 10 = 30000 Centner schwere Steinmassen, auf 15 50 geographische Meilen weit ausgestreut, theils zu Sand-, Thon- oder Kalkerde zerrieben und dann in unweit gröſseren Strecken verbreitet) als aufgeschwemmtes Land, d. i. als Obergebirge, abgesetzt; dessen Entstehung auf sehr verschiedene gewaltsame Umwälzungen durch groſse Fluthen hindeutet, deren gröſste die letzte, nach N. und N. W. gehende, den jetzigen Erdboden bestimmende war? Sie vernichtete und begrub den gröſsten Theil der damaligen auf dem Lande lebenden organischen Welt, die sich im Allgemeinen von der jetzigen durch colossaleren Bau und einfachere Organisation unterscheidet. In Europa ist Deutschland am reichsten an Fossilien, Knochen von Elephanten, Nashorn, Riesenbüffeln, Riesenfaulthiere, Krokodillen, Riesenbären, Riesenhirschen und Hyänen (aber es fehlen Affengerippe); den gröſsten Reichthum aber in dieser Hinsicht bietet das nördliche Asien dar. (Vergl. oben S. 916.). In Amerika liegen ausserdem noch mehrere Riesengeschlechter und unter diesen das Mammouth von Ohio oder der Mostodonte und das Megatherium begraben. Sehr reich ist das aufgeschwemmte Land an Schaalthiergehäusen, Ueberresten von Meerwürmern und Pflanzen. Im tiefsten Norden sind fossile exotische Organismen gelagert. Mechanische Aggegration charakterisirt das Obergebirge, Erzeugnisse des ruhigen chemischen Wirkens zeigen sich hier nur in Folge groſsen Druckes und denselben begleitender Verwesungswärme, der Zerstörung unterworfener Organismen. Lockerer Sand und Thon (ersterer vorherrschend) einzelne Kalkmassen und kohlige Massen in Form der Braunkohle, des Torfs und der Dammerde bilden die merkwürdigsten Glieder dieses Gebirges. Dir kalten Quellen scheinen ihm vorzugsweise, die heissen hingegen stets älteren Gebirge anzugehören; S. 511 ff. Auch dieses Gebirge trennt sich in zwei geschichtlich gesonderte Formationen: die des Untergrundes und des fruchttragenden Bodens.

16) Nach dem Abzug der letzten stürmenden Meeresfluth, blieben überall viele Land- und Gebirgsseen zurück, von denen die oberen sich in die zunächst unteren entleerten, und so dem Oceane zueilend, jene plötzlichen Ueberschwemmungen bewirkten, von denen die Traditionen uns so manches Wunderbare erzählen. Vielleicht gehören zu

den Zeugnissen der jüngsten dieser Fluthen auch jene Erzeugnisse des menschlichen Kunstfleifses, welche zum Theil auf beträchtlichen vom Meere sehr fernen Höhen gefunden wurden; z. B. die Anker auf den Bergen von Tachwa in Novogrod; Hube's Phys. I. Vergl. auch über ähnliche Beob. P. F. Kannegiesser: Grundr. der Alterthumswisesnschaft. Halle 1815. 8. Noch verwittern Gebirge aufgeschwemmtes Land bildend, und allmälig scheint mehr und mehr Wasser zur vermittelnden Substanz organischer Leiber erhoben zu werden. Die Coralleninseln der Südsee. — Fortführung der Felsblöcke durch Eis.

17) Rücksichtlich des Alters scheinen die schweren Metalle folgende Reihe zu bilden: a) älteste: Molybdän, Zinn, Scheel, Demetrium, Tantalum, Chrom, Titan; b) mittlerer Zeit: Gold, Tellur, Stibium, Silber, Uran, Wismuth, Nickel; c) fast ganz neu: Platin, Bley, Zink, Mangan, Merkur; d) alle Perioden durchlaufend: Eisen. — Vergl. Karsten in Gilberts Ann. XVIII. Hatte jedes Metall seine eigene Periode, und ist die Zeit (und somit auch die Möglichkeit) verschwunden, in welcher andere schwere Metalle als Eisen, Mangan, Kupfer etc. erzeugt wurden? vergl. meine Abhandl. in den Studien. II. Bd.

18) Die abnormen Gebirgsmassen kommen ohne Unterschied über, mit und in den normalen Gebirgsmassen vor, im letzteren Falle dieselben durchsetzend, im ersteren zuweilen selbst mit Dammerde abwechselnd. Die höchsten Gipfel und der Meeresgrund zeugen von ihrem Daseyn; aber gewöhnlich in Form isolirter Gebirgsganze von sehr verschiedenen räumlichen Ausdehnungen, und, Falls sie einzelne Kuppen bilden, oftmals auf beträchtliche Strecken aneinander gereihet. Sie zerfallen in zwei Klassen: vulcanische und Trappgebirgsmassen; erstere zeigen unbezweifelt Feuereinwirkung, stehen mit annoch thätigen oder mit erloschenen Vulcanen in Verbindung, und zeigen eine aus dieser Verbindung entsprungne eigenthümliche Form und Lagerung; die anderen erscheinen theils mit Vulcanen verbunden, theils ausser Verbindung mit wirklichen Vulcanen, bieten aber demohngeachtet eine Zusammensetzung und Form dar, die auf den Einflufs aufweichender, zertheilender und Wiederconglutinirung vermittelnder Gase (vorzüglich Wasserdämpfe und kohlensauren Gases) hinweifst. Bei den ächt vulcanischen Massen (Laven, Schlacken, Aschen und gröberen ungeschmolzenen Auswürflingen) vermag man zwar verschiedene Lagerungen zu unterscheiden, aber diese Bildungsganze (Formationen) sind nicht allgemein durchgreifend, sondern nur örtlich nachweisbar. Von ihnen verschieden sind die pseudovulcanischen, durch Erdbrände entstandenen Umänderungen, früher schon auf nassem

Wege oder durch Organismun erzeugter Gesteinmassen; z. B. der gebranndte Schieferthon, der Porzellanjaspis, die natürlichen Coaks etc. — Zu den Trappgebirgsarten gehören vorzüglich die unter dem gemeinschaftlichen Namen Trapp-Porphyre bekannten, theils krystallinisch gemengten, theils halbkrystallinisch zusammengehäuften Domit-, Trachit-, Klingstein und Basaltmassen (vergl. oben S. 613.). Eine künstliche Nachbildung dieser Massen scheint nicht unmöglich, und dürfte, wenn sie gelänge, zur Entscheidung der Frage über den feurigen oder wässerigen Ursprung vielleicht nicht wenig beitragen und zugleich den Grund nachweisen, warum diesen Gebirgsmassen (gleich den vulcanischen) der Formationsunterschied abgeht? Dem äusseren Ansehen nach, haben manche unter ihnen Aehnlichkeit mit den Meteorsteinen; vergl. E. F. Chladni Ueber Feuer-Meteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen, nebst 10 Steindrucktafeln und deren Erklärung von C. v. Schreibers. Wien 1820. Ausser den oben angeführten Schriften vergl. noch Breislak in v. Leonhad's Taschenb. d. Min. 19ter Jahrg. 2te Abth. S. 497 — 571. und: Kritik der geolog. Theorie; besonders der von Breislak und jeder ähnlichen. Bonn 1821. 8.

19) Die Bildung der Felsformationen erfolgte in grofsen Zeiträumen, und von ihrem ersten Ansatze bis zur jüngsten Hauptperiode im Leben der Erde, bis zur Erscheinung des Menschengeschlechts, mag wohl eine lange Reihe von Jahren verflossen seyn. Abgesehen von den ungeheuren Felsmassen, läfst sich dieses schon aus einzelnen Fossilien schliefsen; man findet (jetzt jährlich einen neuen Rand antsetzende) Stalactiten, deren Ringzahl wenigstens ein Alter von 20000 Jahren nachweisen würde, wenn es bewiesen wäre, dafs vormals auch nur ein Ring jährlich angesetzt wurde. Ob in jeder einzelnen Entwickelungsperiode, z. B. bei der Epoche der höheren Thierentwickelung etc., ein Maximum und Minimum der Entwickelung Statt fand, welches ähnlichen Verschiedenheiten in der allgemeinen Lebensäusserung der Erde untergeordnet ist (vergl. I. Bd. Cap. IV. u. II. Bd. Cap. VI.), ist unentschieden. Die Ablagerungen verschiedener Gebirgsmassen deuten auf etwas dergleichen hin; und in diesem Falle wäre die Möglichkeit offen, die Ausbildungsperioden der übrigen Planeten, ja selbst die Natur ihrer Individuen im Allgemeinen ohngefähr anzudeuten. —

20) Vergl. ausser der schon erwähnten Lit.: Joh. Bilberg: de natura montium. Ups. 1681. 8. ejusd. de gravitate corp. natural. Holm. 1685. 8. Reuss's, Schmieders u. a. Handb. d. Geognose. Heims Geolog. Beschreib. des Thüringer Waldgebirgs. I. II. Thl. 8.

Ebel über den Bau der Erde in dem Alpengebirge zwischen 12 Längen und 2 — 4 Breitegraden. I. II. Bd. 8. Zürch 1808. und die Beurtheilung dieses Werkes in der Oberdeutsch. Lit. Zeit. 1809. März bis Mai. Flurk's Ueb. d. Gebirgsformation in Baiern. München 1805. Voigt's miner. Beschreib. d. Hochstifts Fulda. — Dessen pract. Gebirgskunde; dessen miner. Beob. über einige Basalte am Rhein. — v. Racknitz Schreib. an einen Fr. über d. Basalte. Dresd. 1790. — v. Fichtels miner. Aufsätze. — Freiesleben miner. Bemerk. über den Harz. — Dolomieus Reise nach den liparischen Inseln; übers. v. Lichtenberg 1783. Georgi's geograph. phys. u. naturhist. Beschreib. des Russischen Reichs. Leske's Reise durch Sachsen. Leipz 1785. Esmark Beschreib. einer miner. Reise durch Ungern. Freiberg 1798. v. Buch miner. Beschreib. von Landeck. Saussure's Voyages dans les Alpes. Nose's Beiträge zu d. Vorstell. üb. vulcan. Gegenstände, und orographische Briefe. — Journ. des Mines. — Der Naturforscher. — v. Zachs Monatl. Correspondenz z. Beförd. d. Erd - und Himmelskunde. — C. F. Ritters Beschreib. der gröfsten und merkwürdigsten Hölen der Erde. Hamb. 1803. Daubenton Mém. s. l. Basalte. — Wurzets Taschenb. zur Bereis. des Siebengebirgs. Köln 1805. Steffens Geognostisch-geologische Aufsätze. Hamburg 1810. 8. Oken über das Universum und desselben Wassers übrige Ferienschriften. Kants phys. Geograph. N. A. Leipz. 1808. L. v. Buchs Reisen n. Lappland. I. II. Berlin 1810. Dessen Geognostische Bemerk. auf Reisen durch Deutschland und Italien. I. II. Berlin 1802 — 1809. Schubert's Ansichten von der Nachtseite der Naturw. 2te Aufl. D'Aubuisson de Voisin: Traité de Geognosie. 2 Vol. Strasbourg 1819. 8. Backewell's Einleit. in die Geologie, a. d. Engl. von H. Müller. Freiberg 1819. 8. Hausmann's Reise durch Skandinavien. I — V. Göttingen 1811 — 1819. 8. v. Raumer Die Gebirge Niederschlesiens etc. Berlin 1819. 8. A. Rau: Lehrbuch der Mineralogie. Mit 1 Kupf. Würzburg 1818. gr. 8. v. Leonhard's Handb. d. Mineralogie. Heidelberg 1821. 8. Nöggerath Das Gebirge in Rheinland-Westphalen etc. Bonn 1821. 8.

B) Von der Gestaltung einzelner Materien.

§. 191.

Die früheren Untersuchungen (S. 47, 67 ff. Cap. III. IV. VIII. u. XI.) haben beiläufig gezeigt, dafs fast jedes Flüssige entweder für sich allein

oder in Verbindung mit anderen Stoffen fest zu werden vermag; jene anderen Stoffe, welche das Festwerden der letzteren vermitteln, sind die an sich erstarrbaren, und unter diesen steht das Wasser oben an. Das Festwerden oder Erstarren findet jedoch in verschiedenen Abstufungen und auf verschiedene Weise statt, welches auf die äussere Begrenzung und innere Lagerung der erstarrenden Materien wesentlichen Einfluſs hat. Wir unterscheiden in dieser Hinsicht besonders a) das Gallertartige, b) das mehr oder weniger gerädlinig begränzte Starre oder das Krystallinische, und c) das in der Regel krummlinig begränzte Starre oder Organischfeste. Vergl. I. S. 49 u. ff.

1) In der Gallertbildung ist theils Adhäsion des Tropfbaren zu dem, von entgegengesetzten Seiten es berührenden Blättrigstarren, theils Cohäsion (Tropfenbildung) vorherrschend; sie erfolgt entweder continuirlich (z. B. durch Aufquellung oder Schmelzung entstandene Fossilien und Kunstprodukte, gefällte Kieselerde, oxyd. salzs. Zinn) in anorganischen Stoffen, oder in mehrere einzelne aber zusammenhangende Anhäufungen getheilt (z. B. Organismen zur Zeit der Urfelsbildung; die Gallerte lebender Organismen jetziger Zeit). Eine unvollendete Gallerte ist das Brei- oder Teigartige, wo einzelne feste Körperchen zusammen in die Anziehungssphäre eines Flüssigen so gerathen sind, daſs sie sich wohl seiner Adhäsion aber nicht seiner Cohäsion untergeordnet haben. Hieher gehört auch das Weiche, Schmierige etc.

2) Ueber Ableitung des Wortes Chrystall oder Krystall und hieher gehörige Lit. vergl. m. Einleit. in d. neuere Chemie S. 223 — 226. und ausser dem noch vergl. meine Uebers. d. Syst. der Chemie. I. S. 65., ferner Weiss in den Abh. d. phys. Kl. d. K. P. A. d. W. 1814 — 1815. Berlin 1818. 4. S. 320 ff. und Hausmann's Unters. üb. d. Formen der leblosen Natur. I. Göttingen 1821. 4. Jeder wirkliche Krystall ist ein von, entweder nach gleichem Gesetze gekrümmten, oder — gewöhnlicher — regelmäſsig geebneten Flächen begrenztes (von

der Symetrie nicht selten in mannichfachen Abstufungen sich entfernendes, nicht durch mechanisches Aneinanderhäufen der ergänzenden Moleculs entstandenes) stetiges (bei ebener Begrenzung durch irgend eine Ebene in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilbares) Ganze; welches selten mitten im Liquiden oder vollkommen von demselben umgegeben, sondern gewöhnlich dort entsteht, wo sich dem Liquiden irgend ein dem Zustande nach bestimmter Gegensatz darbietet. (Essigsauren Kalk sah ich mitten im Tropfbaren krystallisiren; m. Einleitung in d. n. Chemie S. 230.). Dieser besteht entweder aus einem expansibelen Medium, z. B. dem + E oder — E der Luft, und dann erfolgt die Erstarrung theils in excentrisch straliger, theils in concentrisch schaaliger Richtung, ähnlich den Lichtenbergschen Fig. des + und — E (vergl I. Fig. 16. — die Schneeflocken) theils in unvollkommenen dünnen Blättern (das Salzhäutchen) oder aus einem festen Körper (Bild. d. meisten Krystalle). Jener Gegensatz des Zustandes hat (bei denen dem Krystallmagnetismus günstigen Umständen) zunächst Polarisirung des Flüssigen zu Folge, nach Art der magnetischen Vertheilung, wodurch sich die krystallisirbaren Theile um jene Stelle hinter einander versammeln, von wo die vertheilende Wirkung anhob. Jedes Theilchen bietet dem gegenüberstehenden den entgegengesetzten Pol dar, und alle vereinigt bilden, weil die Wirkung nach allen Seiten geht, parallele Blättchen. Die Polarität ist nicht mehr die der Linie, sondern es schneiden sich die Richtungen nach welchen das Einzelne abgestofsen wird gegenseitig, jedes Theilchen bildet mit dem andern einen Winkel; wie dieses ohngefähr durch Fig. 33. angedeutet ist (oder stellt vielmehr ein Netz dar, in welchem gewisse Hauptformen die Stellen der Knoten einnehmen, welche nach verschiedenen Seiten hin, durch Reihen von Uebergängen verbunden sind) und diese Richtungen durch die ganze Masse parallel gedacht, geben die krystallinische Structur. Der Ansatzpunct giebt die Hauptrichtung der Polarisirung, welcher sich die übrigen unterordnen; deren Richtung die Lage und deren Energie die Länge des Krystalls begründet. Die hiedurch hervorgehenden Ebenen, bilden unter sich bestimmte Winkel: den Durchgang der Blätter, und begrenzen einen Körper, den wir mit Hauy die Kerngestalt (Forme primitive) nennen; zugleich begrenzt sich aber auch äusserlich die Masse diesen Richtungen gemäfs, die secundäre Form darstellend; der Krystall tritt als Körperganzes hervor.

3) Jede mit Hülfe des Wassers krystallisirende Masse, hat eine von ihrer chemischen Qualität abhängige bestimmte Capacität für das Wasser, mit welcher die ersten Abstofsungsrichtungen, und somit die Configuration des ganzen Krystalls im bestimmten Verhältnisse stehen.

Kastner Grundr. d. Chem. 74—77. 78—81. Ein bereits gegebener Krystall wirkt auf denjenigen Theil der liquiden Umgebung zuerst und am stärksten, dessen Beschaffenheit mit der seinigen am meisten übereinstimmt; dabei oftmals chemische Ziekräfte überwältigend. Eine wässrige Lösung von Glaubersalz und Salpeter mit einem Salpeterkrystall in Berührung gebracht, läfst zuerst den gelösten Salpeter und darauf erst das Glaubersalz krystallinisch fallen, und umgekehrt, wenn statt des Salpeterkrystalls ein Glaubersalzkrystall hineingelegt wurde; es erfolgt aber dieses Bestimmen zur Krystallisation, meinen Beobachtungen gemäfs auch dann, wenn der in die Flüssigkeit gesenkte Krystall mit einer einfachen Schicht Kopalfirnifs überzogen war. Besonders deutlich war diese Art von Fernewirkung beim salpetersauren Strontian, von dem ich Krystalle von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser besitze. — Finsternifs und Kälte sind der Salzkrystallisation günstig. — Krystallisation des Kamphers, so wie auch des Phosphors durch Einflufs des Lichts. — Zunahme des Flüssigkeitsdrucks erhöht die Krystallisationsthätigkeit; Leblanc im Journ. de Phys. XXXIII. 376. Einflufs des Galvanismus auf die Krystallbildung; Ritter in seinen Beitr. I. 273. u. meine Einl. in die neuere Chemie. 231. Schwefelsaure Bittererde und salzs. Zinn zeigen diesen Einflufs, meinen Beob. zufolge, am besten. — Ueber die Entstehung der sogen. unbestimmbaren Krystallisationen; der Instructionen, Tufs, Sinter und Pseudomorphosen.

4) Die störenden Einflüsse sind bei der Krystallisation oft nicht minder belehrend als die begünstigenden. Zu den ersteren gehören unter andern auch die mechanische Beimengung pulvriger Massen (sehr schön zeigte mir dieses der mit Berlinerblau während des Krystallisirens vermengte Alaun; m. Einleit. S. 232. Bem. 10.) die Entbindung der Gase (z. B. des kohlensauren Gases bei der Auflösung des carar. Marmor's in Essigsäure) innerhalb des zu Krystallisirenden, die farbige Durchleuchtung; z. B. die des rothen und des violetten prismatischen Farbstrals, wenn beide in einiger Ferne nebeneinander einfallen (z. B in die zur Krystallisation reife Lösung des oxychlorsauren Kali, des salpeters. Silberoxyds etc.) und die Beimischung unkrystallisirbarer Flüssigkeiten, z. B. des Weingeists zur salpeters. Wismuthauflösung, salzs. Stibiumauflösung etc. Begünstigend wirken ausser den bemerkten in vielen Fällen mechanische Bewegung (oben S. 649.), gleichmäfsige Entwärmung, geregelte electrische Ströhmung, und, Ritter zufolge, auch magnetischer Gegenzug zweier das Krystallisirbare einschliefsender Magnete. (Vielleicht hätten im letzteren Falle auch zwei andere me-

tallische Ableiter der Wärme Aehnliches bewirkt?) Als ich über Kohle rectificirte Salzsäure zur Fällung des Bleioxydes (aus der essigsauren Auflösung) anwandte, erhielt ich statt des gewöhnlich unregelmäfsig geformten, einen vollkommen krystallinischen Niederschlag; a. a. O. Merkwürdiges pulveriges Zerfallen des Phosphors durch Berührung der weingeistigen (braunen) Lösung der, zuvor von hydrothionsaurem Salze befreieten sog. Kalischwefelleber (zu weissem Schwefelphosphor-Hydrat), unter vollkommener Entfärbung der Lösung; s. m. Rec. von GREN's Grundr. d. Chem. Herausgegeb. v. BUCHOLZ etc. in d. Jen. A. L. Z. Juli 1812.

5) Nach HAUSMANN (dessen Unters. d. Formen etc.) haben die Formen sowohl der krummflächig, als auch der geradflächig begrenzten leblosen Körper, bei vollkommener Ausbildung zwar ganz entgegengesetzte Eigenschaften, sind aber demohngeachtet durch sogen. Uebergänge verknüpft, indem Gestalten vorkommen, die als Zwischenbildungen gewisse Eigenschaften der gerad- und der krummflächigen Formen vereinigen, ohne dafs jedoch eine Form in die andere übergegangen wäre. Die Abänderungen der zu beiden Hauptklassen gehörigen Gestalten und die Verbindungen, welche unter verschiedenen, entweder gleich- oder ungleich geformten Körperindivieuen Statt finden, sind, nach HAUSMANN, die Quelle der Mannichfaltigkeit der anorganischen Körperformen. Alle diese Formen zeigen aber, dem Totaleindrucke nach, eine dreifache Verschiedenheit hinsichtlich des von ihnen befolgten Gestaltungstypus, indem sie entweder Gleichheit unter den drei körperlichen Hauptdimensionen (oder doch wenigstens eine Annäherung zur Gleichheit) oder die vorherrschende Ausdehnung nach zwei Dimensionen, oder nach einer Dimension darbieten. Die ersteren, die isometrischen (vorzüglich durch transversale, symetrisch um eine Verticallinie geordnete Flächen gebildete) beschränken sich auf das reguläre Tetraëder, den Würfeln, das reguläre Oktaëder, das Rhombendodekaeder und das Trapezoeder; die anderen, mit vorwaltenden horizontalen Fläche umfassen die Körper von tafelförmigen Ansehen und die letzteren jene, in welchen die verticalen Flächen vorherrschend, den linearen und prismatischen Haupttypus erthetlen. Die Uebergangsformen (ale die Vermittler unter den verschiedenen Hauptformen) bieten Flächen dar, welche entweder einfachen Hauptformen oder Abänderungshauptformen angehören, und je nachdem deren zwei oder mehrere verbunden sind, ist die Uebergangsform einfach oder zusammengesetzt; ein Beispiel der ersteren Art gewährt der „Würfel mit gleichwinkelig abgestumpften Ecken“ (in-

dem an demselben nur Flächen des Würfels und des regulären Oktaëders vorhanden sind) eins der anderen Art der „Würfel mit gleichwinklig abgestumpften Ecken und Kanten“ (weil an diesem sich Flächen des Würfels, des regul. Oktaëders und des Rhombendodèkaeders befinden). Vergl. auch WEISS: Betrachtungen der Dimensionsverhältnisse in in den Hauptkörpern des sphäroidischen Systems und ihrer Gegenkörper im Vergleich mit den harmonischen Verhältnissen der Töne; a. a. O. 227 u. 270 ff. Die Verbindung der Flächen unter bestimmten Winkelverhältnissen bedingt die Konstruction der Krystalle, und dort wo diese Verhältnisse an dem Krystall hervortreten, zeigt er die verhältnifsmäfsig gröfste Zusammenhangsgewalt. (DANIEL's u. A. Ablösungen der Nebenflächen von den Hauptgegenflächen, durch Schwächung der Lösungskraft der zugehörigen Lösungsmittel, z. B. des den Rhein einschliefsenden Ufergesteins, der Nebenblättchan des Alauns durch Behandlung mit Alaunwasser etc.; das Metall moirique etc.; s. m. V. Uebers. d. Syst. d. Chem. S. 66. und der Gewerbsfr. IV. Ueber die Bedeutung der regulären und irregulären Grundformen der Körper, in Beziehung auf Metallwerth, Metalloidwerth und organischen Bildungswerth: BERNHARDI in SCHWEIGGER's Journ. XXI. 1 — 24. u. m. Syst. a. a. O. S. 71.). Die Kraft des Zusammenhangs nimmt übrigens zu mit der senkrechten Tiefe, in welcher Krystalle innerhalb Tropfbarer gebildet werden, und ist selbst, wie es scheint, bei höherem Barometerstande (während der Krystallisation) gröfser, als bei niederem. Vorzüglich ist es (neben dem Mehr des Drucks) die nach oben gerichtete Wärmeentführung (oben S. 592.) in den Tropfbaren, welche zu der Cohärenz-Vermehrung beiträgt. Dafs die Krystallisation selbst durch Aussendruck (besonders Luftdruck) beschleunigt werde, zeigten schon HIGGINS (Minutes of a society for philosophical experiments. p. 89.) und MURRAY (Syst. of Chimistry. Vol. I. 38.). Indefs zeigen hiebei einige Salze merkwürdige Ausnahmen; vergl REDMAN COPÈS Vers. in THOMSON's Annals of Philosophy etc. No. XXXII. 101 ff. Letzterer bemerkte unter andern, dafs über durchsichtigen festen Salzkrystallen verbliebene Mutterlaugen, wenn sie durch irgend ein Mittel zum Krystallisiren gebraucht wurden, ein augenblickliches Opalisiren, oder statt dessen den Verlust der Durchsichtigkeit bei den sich bildenden (nach und nach porzellanartiges Weifs annehmenden) Krystallen zeigen; Erscheinungen der Art bot mir der salpetersaure Strontian dar; die aus einem Pfunde kohlens. Strontian und nöthiger reiner Salpetersäure bereitete, klare Auflösung, gab binnen 8 = 10 Tagen die oben (S. 684.) erwähnten undurchsichtigen meist blendend weifsen Krystalle; die überstehende vollkommen klare

Mutterlauge setzte dann binnen $\frac{3}{4}$ Jahren keinen einzigen Krystall ab, entliefs hingegen binnen 12 Stunden, nachdem ich sie von den schon vorhandenen Krystallen ab und in ein anderes reines Zuckerglas gegossen hatte, eine schöne Gruppe kleinerer, vollkommen durchsichtiger, Einl. farbenloser Krystalle. Leblanc's hieher gehörige Versuche, meine a. a. O. Methuon's (angebliche) künstliche Quarz-, Pyroxéne-, Alalit-, Granat- etc. Krystallisationen; dessen Decouverte de la maniére dont se forment les cristaux terreux et metalliques non salins etc.; vergl. mit Klaproth's u. Wolff's Suppl. z. d. chem. Wörterb. II. 644 u. ff. Feldspathkrystalle auf trocknem Wege gebildet; ebend. 651. u. Journ. of science and the arts. I. 123. etc. Künstliche Krystallisation des Bergkrystalls nach Guyton; Lichtenberg's Magaz. IV. 2. St. S. 176. und nach Trommsdorff; dessen Journ. II St. 2. S. 80.

6) Mathematischer Zusammenhang der Krystallformen, scheint nicht nur unter den Formen ein und derselben Substanz, sondern unter jenen verschiedener Systeme, ja selbst aller Krystallisirten Statt zu haben; Weiss in dessen de indagando formarum crystallinarum. char. geom. princip. p. 47. (vergl. m. System a. a. O.) u. Hausmann a. a O. 3tes Cap.; wobei denn das isometrische System (dessen Grunform das reguläre Octaëder ist) als das Grundsystem zu betrachten seyn dürfte, auf das sich wahrscheinlich alle übrigen Systeme zurückführen lassen. Das reguläre Octaëder, nebst einigen verwandten Krystallformen, vermag auf solche Weise von einer Kugelfläche eingeschlossen zu werden, dafs alle Ecken dieselbe berühren; es ist mithin am wenigsten von der sphärischen Form entfernt, und in ihm somit der höchste Grad von Dimensionengleichheit und von Gleichgewicht in der Krystallmasse und deren Anziehungsgewalt denkbar; Hausmann a. a. O. u. dies. Grundr. I. 49 ff. Es ist die Krystallform des Demant's u. wahrscheinlich sämmtlicher gediegener Metalle; vergl. H. a. a. O. u. m. Syst. d. Chem. S. 75. u. die S. 85. das. beginnende Tabelle der Krystallformen der Grundstoffe. (Chemische Umwandelung der sekundären Würfelform des Kochsalzes in die oktaedrische und jene des Salmiak's in die würflige durch Harnstoff und einige verwandte Bildungstheile; m. Syst. a. a. O.) Ueber die anisometrischen Systeme; Hausmann a. a. O. S. 379 u. ff. Ueber das Verhältnifs der Formen zu den stöchiometrischen Werthen ebendas. u. m. Syst. a. a. O. Da der Krystallmagnetismus durch Wärme (diese als chemisch bindbar betrachtet) im bestimmbaren Maafse aufgehoben, und durch Herstellung des Mischungsgleichgewichts um bestimmbare Wirkungsgröfsen befördert werden kann

(oben Cap. XI.), so steht, wie ich bereits in meinem Grundr. d. Chemie 1806 (a. a. O.) anzudeuten mich bemühte, der bestimmteste Zusammenhang zwischen den Krystallisationsäusserungen und den Mengen der chemisch-gebundenen Wärme, und damit zwischen den festen Proportionen, überall zu erwarten, wo aus dem Flüssigen das Starre sich scheidet. — Blöde's Unterscheid d. Krystalle in wesentliche und Afterkrystalle etc. m. Grundzüge d. Phys. u. Chem. S. 39.

7) Aus der Vereinigung der Gallertbildenden- und Krystallisationskräfte zu einem höheren Ganzen, scheinen die Gestaltungen des Organischfesten hervorzugehen, welche dem einzelnen Organismus zu bestimmten Zwecken dienend, stets von der Beseelung des Individuums abhängig und eben dadurch sehr mannichfaltig seyn müssen. Jedes Organischfeste besteht in der innigen Adhäsionsvereinigung des Tropfbaren, Gasigen und Festen. Ueber die verschiedenen Arten dieses Vereins, über den Unterschied des organischen Wachsens von dem anorg. Krystallisiren; über die verschiedenen Arten von Pflanzen- und Thierorganen, deren Bau, Zweck und Bedeutung; über Zeugung, Reproduction und Destruction etc. m. Syst. I. Abschn. S. 18—27. u. 65—101. und meine Einleit. S. 343—351. u. 353 ff. — Die Wolken mit ihren Nebelbläschen und der zwischen gelagerten Luft sind gleichsam die Vorbildung aller organischen Gestaltung. Erste Verbindung von Festem und Flüssigen in der Bläschen- und Zellenbildung (Infusorien). — Spiralfasern, Spiegelfasern, Mark, Holzfasern, Bast und Rinde. — Haare, Knochen, Horn, Haut, Zellgewebe, Gefäſse, Muskelfasern, Nerven, Hirn. — Gegenseitige Bedeutung der Pflanzen- und Thierorgane. — Algen, Pilze, Moose, Farnkräuter, Gräser, Zwiebelgewächse, Zwiebelgewächse, Orchideen, Lilien und Palmen. Pfefferarten, Bananengewächse, Amaranthen, Euphorbien. Kätzchen- und Zapfen-tragende Gewächse, Protearien. Zusammengesetzte Blumen, Kreuzblumen, Sternpflanzen, Caprifolien, Wirtelpflanzen, Heiden, Nelken, Mohne, Weideriche und Geranien. Kürbisflpanzen, Fragarien, Hyperionen, — Larvenblumen, — Schirmpflanzen, — Mimosen und Schmetterlingsblumen. — Zoophythen (Radiarien und Polypen), Würmer (Anneliden und Eingeweidewürmer), Mollusken, Crustaceen, Insekten, Fische, Amphibien, Vögel, Säugethiere. — — — Der Mensch.

8) Ueber das Verhältniſs der Pflanzenwelt zur anorganischen Natur, besonders zur Atmosphäre (Franz Bauer's Beob. über das Wachsen der Scwämmchen auf Schnee in der Baffingsbay; Transact. philos. 1820. p. 221.). Ueber das Verhältniſs der Thierwelt zur Pflan-

zenwelt und dem Erdorganismus. v. HUMBOLDT schätzt die Zahl der bekannten Arten der Pflanzen auf 56000, und die der Thiere auf 51700, worunter 44000 Insekten, 4000 Vögel, 700 Reptilien und 500 Säugethiere, von denen für Europa ohngefähr 400 Arten Vögel, 80 Säugethiere und 30 Reptilien kommen. In dem entgegengesetzten südlichen Erdstrich am Kap finden sich ebenfalls fast 5 mal mehr Vögel als Säugethiere Nach dem Aequator hin nimmt das überwiegende Verhältnifs der Vögel und noch mehr jenes der Reptilien zu; Ann. de chim. et phys. XVI. Unter den Pflanzen hat die gemäfsigte nördliche Zone, 5 mal so viele compositae, als amentaceae und coniferae, und 5 mal so viele Leguminosen als Orchideen und Euphorbiaceen. CUVIER's Entdeckungen über die fossilen Knochen zufolge scheinen diese Verhältnisse nicht zu allen Zeiten obgewaltet zu haben und bei den Revolutionen unseres Planeten weit mehr Säugethiere als Vögel untergegangen zu seyn. — Sämmtliche Naturformen begränzen sich gegenseitig nach unwandelbaren Gesetzen, und wenn wir auch in jenen Formen, welche unsere Erde darbietet, nur ein Bruchstück jener Gesammtmenge von Gestaltungen besitzen, welche, alle Einzelwesen unseres Sonnensystems als zu einem natürlichen Systeme leiblicher Wesen vereint (m. Einleit. in die neuere Chemie und meine Vergleichende Uebers. des Systems der Chem. a. a. O.), so erscheint uns doch dieses Bruchstück in sich, und zwar einerseits durch das die Erde unwallende luftige Element, anderseits durch die vollendete Entwickelung des menschlichen Organismus, geschlossen; dafs dieses Abgeschlossenseyn nur scheinbar sey, würden wir ohne Zweifel erfahren, wenn es uns vergonnt wäre, die Entwickelungsmomente der älteren und neueren Planeten, so wie die der Cometen und der Sonne (I. 261 und 231, 243.) mit jenen unserer Erde zu vergleichen. Vielleicht geben uns die Meteorsteine, wenn sie sich als ausserirdische Abkömmlinge unseres Sonnensystems bewähren sollten, zunächst Anlafs: zu solch einer Vergleichung sich vorzubereiten? (Vorzüglich mit ihrem Gehalt, eines Theils an magnetischen Metallen, anderen Theils an Schwefel, Kohle, Kalk und ähnlichen Stoffen; vergl. I. Cap. IV. u. V.; m. Syst. a. a. G. oben S. 680. Zu beachten sind in dieser Hinsicht noch vorzüglich: C. v. SCHREIBER's Beiträge zur Geschichte und Kenntnifs meteorischer Stein- und Metallmassen, und der Erscheinungen, welche deren Niederfallen zu begleiten pflegen. Als Nachtrag zu Hrn. Dr. CHLADNIs neuestem Werke über Feuermeteore etc. Mit 8 Steindrucktafeln, einem Meteoreisen - Autograph und einer Charte. Wien 1820. fol.) Neben diesem Anlasse, dürften dann die Unterschiede der Beleuchtung, der Dichte, Eigenschwere, der Atmosphären, des Wassergehalts, der Axendrehungs- und Umlauf-

geschwindigkeit, der Neigung der planetarischen Axe etc. zunächst zu erwägen seyn, wenn man sich anschicken wollte, auf die individuellen Entwickelungsformen der Planeten unseres Sonnensystems einigermaafsen mit Sicherheit zu schliefsen. Man wird hiebei freilich überall nur auf Analogien fortbauen müssen; aber dieses Schiksal haben auch die meisten unserer physiologischen und anatomischen Untersuchungen, und auch für solche Analogien dürfte eine Zeit kommen, welche für die angedeuteten Untersuchungen etwas Gleichwerthiges von dem darbietet, was z. B. der Chemie durch die Entdeckung der Stöchiometrie geworden ist; eine Entdeckung, die dort Wissenschaft schuf, wo sonst nur kaum zusammenhängende Strebungen zum Wissen wahrgenommen wurden. Ueber die Zeugung, und über die geschichtliche Bedeutung der Pflanzen- und Thierfamilien, vorzüglich in Beziehung zur menschlichen Organisation; m. Syst. a. a. O. Jeder höhere Organismus bezeichnet mit seinen Entwickelungsstufen, die Ausbildungsmomente einer mehr oder weniger grofsen Zahl von niederen Individuen, und dort, wo die gröfste Mannichfaltigkeit der Einzelgebilde eines Organismus, am vollendesten zusammenstimmend (harmonisch) vereint ist, ist die gröfste Entwickelungshöhe, und damit die vollendeste Individualisirung gegeben. Der Leib des Menschen entwickelt mit seinem Embryonenleben nacheinander (geschichtlich), was die mitlebende Thier- und Pflanzenwelt mitsammen in der Gegenwart darbietet. — Vergl. die oben und S. 529. erwähnte Lit. u. Okens Lehrb. der Naturphil. II. Meinike über das Zahlenverhältnifs in den Fructificationsorganen der Pflanzen und Beiträge zur Pflanzenphysiologie; in den Neuen Schriften der naturforschenden Gesellsch. zu Halle. I. Heft. Halle 1809. 8. F. P. Cassel: Morphonomia botanica. Col. Agripp. 1820. 8. Decandolle's Essay sur les propriétés medicales des Plantes comparées avec leur formes exterieures et leur classificat. naturelle. Geneve 1806. 4. Brisson-Miebel: Hist. naturelle gener. et particul. des plantes etc. Paris 1806. J. W. v. Goethe Vers. die Metamorphose der Pflanzen zu erklären. Gotha 1790. 8. C. H. Schultz: Ueber den Kreislauf des Safts im Schöllkraut etc. Berlin 1821. 8. Blumenbach's Naturgesch. IX. Aufl. Cuviers Vorles. üb. vergl. Anatomie. Herausgeg. v. Dumeril; aus dem Franz. übers. von Froriep u. Meckel. Leipz. 1809 — 1810. I — IV. Thl. A. M. Tauscher: Die Idee einer fortwährenden Schöpfung oder die noch jetzt statt findende Entstehung neuer Thier- u. Pflanzenarten aus organ. Naturkräften. Chemnitz 1818. 8. Meine Bemerk. üb. d. Gegenst. in m. Syst. a. a. O.

Register.

Die arabische Ziffer bedeutet die Seite des I. oder II. Bandes.

Abänderungshauptformen II. 685.
Abend, als Himmelsgegend I. 248.
Abendstern I. 219.
Abirrung des Lichtes I. 237.
Ableiter, electrischer I. 470.
Abplattung, der Cometen I 242.
— — — Erde I. 191, 202, 246.
— — — Weltkörper überh. I. 210.
Abstand, zweier Sterne I. 152.
Abstofsung — — I. 86.
— —, electrische I. 477.
— — — — (erklärt nach Wilke) I. 134.
Abstofsung, magnetische I. 425.
Abweichung, der Fixsterne I. 262.
— — — Sonne I. 255.
— —, magnetische I. 437, 446.
— —, östliche fallender Körper I. 202.
Abweichungskarten I. 445.
Abweichungskompafs I. 440.
Accesse, Neuton'sche II. 501.
Achromatismus II. 474.
Acustik II. 353.
Aderhaut (des Auges) II. 545.
Adhäsion I. 75, 378.
— —, der Flamme II. 633.
— — — Gase II. 628.
— — — Oeffnungen I. 294.
— — — Tropfbaren I. 269.
— —, des Merkur in der Leere I. 401.
Adhäsion, electrische Verstärkung derselb. II. 117.
Adhäsion, fester Körper I. 401.
— — in der Leere I. 384.
Adhäsions-Einflufs auf Lichtwirk. II. 629, 630.
Adhäsionssinn I. 13.
Aeolsharfe II. 388.
Aequator I. 248.
— — Höhe I. 252.
— —, magnetischer I. 438, 442, 444.
Aequinoctialpunkte I. 253.
Aequivalente, chemische II. 323.
Aequivalenten-Skale II. 327.
Aerostatik I. 116, 364.
Aether, Arten und Bildung desselb. II. 284.
Aethersäure II. 263.
Aetherzersetzung II. 291.
Affengerippe II. 678.
Afrika, trockner Flächeninhalt desselben II. 671.
Afterkrystalle II. 688.
Alalit, II. 687.
Alchemie II. 180.
Algen II. 688.
Alkalien II. 192.
— —, galv. Reduction derselb. II. 134.
Alkali, flüchtiges II. 192.
— —, oxychlorsaures II. 362.
Alkaloide II. 275.

Alkohol, Zusammensetz. dess. II. 272.
Alter, relatives der Gebirgsarten II. 674.
Alter, relatives der Metalle II. 679.
Almucantharat I. 252.
Altai, Gebirge II. 671.
Aluminium II. 191.
Amalgam II. 217.
— —, des Ammoniaks II. 125.
— —, electrisches I. 466.
Amaranthen II. 688.
Amerika, trockner Flächeninhalt dess. II. 671.
Amphibien II. 688.
Ammoniak II. 192.
— —, bei Rothgluth unzersetztes II. 629.
Ammoniak-Gas und glühende Metalle II. 411.
Analyse, chemische I. 78.
Anamorphosen, catoptrische II. 434.
— —, dioptrische II. 451.
— —, optische II. 412, 422.
Anemometer I. 377.
Anhaftung I. 378.
Anker, auf Siberiens Bergen II. 679.
Anker, des Magnets I. 429.
Anlassen I. 410, 411.
Anneliden II. 688.
Anorganismus, Wesen dess. II. 338.
Anschauung, empirische I. 22.
— —, intellectuelle I. 22.
— —, rationelle I. 22.
Ansicht I. 19.
— —, dynamische I. 57, 72.
— —, naturphilosophische I. 57.
Anthrazothionsäure II. 223.
Anthrazit II. 676.
Antike I. 28.
Antimonium II. 191.
Anziehung, der Gleichartigen I. 84.
— — — Ungleichartigen I. 84.
— —, galvanische des Wassers II. 137.
— —, in meſsbaren Fernen I. 24.
— —, innere der Flüssigkeitstheile I. 381.
— —, in unmeſsbaren Fernen I. 24.
— —, magnetische I. 425, 432.
— —, magnetisch-elektrische II. 96.
Anziehung, mit Bewuſstseyn geübte I. 14.
Apparat, electrischer I. 471.
— —, physikalischer I. 18.
— —, pneumatischer II. 215.
Aräometer I. 305.
— —, des Scannegatty I. 290.
Aräometrie I. 116.
Arctur I. 231.
Armaturen, des Magnets I. 429.
Arsenik II. 191.
Arsenikzinn II. 678.
Art I. 20.
Arten der Pflanzen, Zahl ders. II. 689.
Asche, Arten und Benutz. derselb. II. 257.
Asche, vulcanische II. 679.
Asien, trockner Flächeninhalt dess. II. 671.
Assimilation I. 75, 77, 85.
Asteroiden I. 217.
Astronomie I. 209, 265.
— —, älteste Wissensch. I. 27.
— —, mathematische I. 247.
— —, physische I. 247.
— —, practische I. 247.
— —, sphärische I. 247.
— —, theoretische I. 247.
Athmungsproceſs II. 235, 287.
Atlantis, Versinken ders. I. 199. II. 670.
Atmidometer I. 391.
Atmometer I. 391.
Atmosphäre, der Planeten I. 216, 217.
— —, der Saturnusringe I. 225.
— —, des Mondes I. 215.
— —, electrische I. 500.
— —, Höhe der irdischen I. 276.
Atmosphärologie I. 387.
Atome I. 70, 83.
—, chemische I. 62. II. 307.
Atomengewicht II. 321, 325.
Atomenlehre I. 72.
Attractivkraft I. 56, 75.
Aufeinanderwirken I. 24.
Aufgang, der Sonne I. 248.
— —, des Mondes I. 248.
Aufhängepunkt, des Pendel's I. 178.
Auflösung I. 86. II. 182, 213.
— —, auf nassem Wege II. 215.
— —, auf trocknem Wege II. 216.

Aufsteigen, der Tropfbaren u. der Gase in Röhren I. 391.
Aufsteigen, der Tropfbaren zwischen Glasplatten I. 399.
Aufsteigung, gerade der Sterne I. 253, 262.
Auge, Ein- und Verrichtung dess. II. 544.
Augenmaaſs II 411.
Ausbrüche, vulcanische I. 511.
Ausdehnsames I. 51.
Ausdehnsamkeit I. 86.
Ausdehnung, beharrliche der Materie I. 35.
Ausdehnung, des Eises II. 641.
— —, des Glases II. 638. 640.
— — — Wassers durch Kälte 635, 637.
Ausdehnung durch Wärme II. 553, 558. 634, 648, 651.
Ausdehnung, periodische des Erdkerns II. 670.
Ausguſsrinne, deren Nutzen I. 382.
Auslader, electrischer I. 470.
Australien, trockner Flächeninhalt dess. II. 671.
Ausströhmungsgeschwindigkeit I 294
Auswürflinge, vulcanische II. 679.
Axe I. 88.
Axendrehung, der Erde und der übrigen Planeten I. 243.
Axendrehung, der Fixsterne I. 244.
— —, des Mondes I. 226.
Azimuth I. 251.
Azimuthalkompaſs I. 440.
Azot II. 190.

B

Bahn, der bewegten Körper I. 89.
—, fortlaufende der Sonne I. 232.
—, parabolische des Wasserstrals I. 279.
Balance de torsion I. 412.
Baquet, Kiesersches I. 520.
Barker's Wassermühle I. 298.
Barometer I. 332, 338.
— — - Curven I. 341.
— — - Höhe, Aender. derselben durch Wärme I. 334.
Barometer-Stand, mittlerer I. 339.
— —, thermometrisches II. 659.
Baroskop I. 332.
Baryt II. 193.
Baryum II. 191.
Basalt, ähnelt der Lava hinsichtl. s. Phoresc. II. 613.
Basalt, geognostisches Vorkommen desselben II. 680.
Basen II 204.
—, salzfähige II. 192.
Bathometer I. 373.
Batterie, electrische I. 473, 491.
— — — — durch Galvanism. gelad. II. 139.
Batterie, galvanische II. 75.
— —, magnetische I. 437.
— —, magnetisch-galvanische II. 132.
Batterie, Voltaische II. 75.
Bauerngraben, im Stollberg'schen I. 370.
Bedeckungen, des Jupiter u. Saturn I. 227.
Beharrung I. 93.
Belege, der Leidner Flasche I. 491.
Beobachtung I. 17.
— —, meteorologische II. 563.
Berge, Höhe ders II.
Berührung I. 76, 84.
Beryllium II. 191.
Beschaffenheit I. 18.
— —, chemische I. 78.
— —, electrische I. 456.
— — — — des Cometenschweifes I. 242.
Beschleunigung, des Pendels I. 188.
Besemer I. 160.
Besonderes, der Veränderungen I. 25.
Bestandtheile, entferntere I. 80.
— —, nähere I. 80.
Bett, electrisches I. 470.
Beugung, des Lichtes I. 35. II. 436.
Bewegliches, Art wie es wahrgenommen wird I. 75.
Beweglichkeit I. 88.
Bewegung I. 75, 86, 87, 93 ff.
— —, auf der schief. Ebene I. 164.
Bewegung, äussere I. 96.
— —, beschleunigte I. 91.
— —, circulirende I. 89.
— —, der fallenden Körper I. 138.
Bewegung, der Weltkörper I. 200.
Bewegung des Meerwassers II. 594.

Bewegung, eigene I. 87.
— —, fluctuirende des Cometenschweifes I. 243.
Bewegung, fortschreitende I. 88.
— — — —, — d. Erde I. 252.
Bewegung, gemeine I. 250.
— —, gemeinschaftliche I. 87.
— —, geradlinige I. 91.
— —, Gröfse ders. I. 91, 92.
— —, gleichförmige I. 89.
— —, innere I. 96, 294.
— —, krummlinige I. 91.
— —, mechanische I. 96.
— —, mittlere der Sonne I. 254.
— —, organische I. 95.
— —, oscillirende I 89. II. 347.
— —, scheinbare der Sterne I. 245.
Bewegungskraft, I. 88, 91.
Bewegung, stetige I. 89.
— —, tägliche I. 250.
— —, ungleichförmige I. 89.
— —, verzögerte I. 91.
— —, wälzende I. 88.
— —, wirkliche der Erde I. 245.
Beziehungen, I. 18.
Biegsamkeit I. 410.
Bierwaage I. 305.
Bild, Abweichung desselben wegen der Kugelgestalt II. 434.
Bild, Erzeugung dess. im Auge II. 411, 545.
Bild, geometrisches II. 408.
—, physisches II. 408.
Bildungstheile I. 81.
— —, Arten ders. II. 274.
— —, chemisch. Bestand ders. II. 311.
Bildungstheile, Natur ders. II. 274, 295.
Bildungstheile, Verhalten ders. im galv. Kreise II. 121.
Bildungstrieb II. 343.
Bittererde II. 193.
Blasebalg, hydrostatischer I. 289.
Blaserohr I. 362.
Blausäure II. 223.
Blaustoffmetall, als Electromotor II. 16.
Bleichsalz II. 240.
Bleifische II. 372.
Bleiloth, dessen Ablenkung durch Berge I. 144.
Blendgläser II. 475.
Blättchen, deren Dicke zu messen I. 62.
Bley II. 190.
Blitzableiter I. 510, 511.
Boden, fruchttragender II.
Bohrlöffel, dess. Benutz. zu chem. Vers. I. 329.
Bologneser Flasche I. 409.
Boron II. 127, 190.
Boussole I. 423.
Bramah's Presse I. 285, 289, 290.
Brandschiefer II. 677.
Branntweinwaage I. 305.
Braunkohle II. 678.
Braunstein II. 191.
Brechung, des Lichtes I. 35. II. 439, 451.
Brechung, ungewöbnliche II. 527.
Brechungsvermögen, der Materien II. 446.
Breite, der Gestirne I. 253.
—, magnetische I. 445.
Brennbarkeit, Erhöhung ders. II. 229.
Brenngläser II. 453.
Brennspiegel II. 428.
Brillen I. 31. II. 547.
—, periskopische II. 548.
Bruchfläche, krystallmagnetische Bezieh. ders. I. 414.
Brunnen, laufende I. 289.

C

Cadmium II. 190.
Calcium II. 191.
Calender, astronomischer I. 255.
Caloricum II. 188.
Calorimeter II. 579.
Calorimotor II. 51.
Camera, clara II. 549.
— —, lucida II. 549.
— —, obscura II. 549.
Capacität, für das Wasser II. 683.
— — — die Wärme II. 572.
Capillarität I. 75, 335.
Carbonenm II. 190.
Cardinalgegenden I. 249.
Castor und Pollux I. 511.
Catalogi fixarum I. 229.
Centralbewegung I. 97, 100, 201.

Centralfeuer II. 562, 611.
Centralgebirge, der Erde II. 671.
— —, des Mondes I. 218.
Centralkraft I. 97.
Centralsonne I. 231.
Centrifugalkraft I. 97.
Centrifugalventilator I. 102.
Centripetalkraft I 35, 97.
Cepheus-Gestirn I. 231.
Cerebellum, Einflufs dess. auf Thierwärme II. 634.
Cererium II. 191.
Character I. 48.
Charybdis I. 196.
Chemie I. 24, 25. II. 180.
, pneumatische I. 36.
Chemismus I. 77.
Chlor II. 190, 239.
Choreisen, als Feuchtzieher I. 387.
Chlormetall, als Electromotor II. 16.
Chrom II. 191.
Chronologie I. 62.
Chronometer I. 249.
Climate, der Erde I. 257.
Coaks, natürliche II. 680.
Cohärenz I. 75, 403, 415.
— —, absolute I. 407.
— —, der Metalle I. 405, 407.
— —, der Tropfbaren I. 282.
— —, Entstehung ders. II. 521.
— —, relative I. 407.
— — - und Farben-Aenderung ohne Mischungsänderung II. 630.
Cohärenz, Verhältnifs ders. zum stöchiometrischen Werthe und zur Wärme I. 404.
Cohärenz, Verhältnifs ders. zur chem. Zersetzung II. 632.
Cohärenz, Verhältnifs derselb. zur Electricität II. 116.
Cohärenz, Vermehrung ders. durch Wärme II. 632.
Cohäsion I. 75, 85.
Collector, electrischer I. 467, 498.
Columbium II. 191.
Colur, der Nachtgleichen I. 253.
—, der Sonnenwende I. 254.
Communicationsrohr II. 371.
Compafs I. 31, 423.
Compressionskraft I. 56.
Condensator, electrischer I. 498.
— —, siderischer II. 176.
Coniglobien I. 230.
Coniunction der Weltkörper I. 222.
Conservationsbrillen II. 546.
Continuität I. 71.
Corpuscularphilosophie I. 72.
Corpuscularsystem I. 71.
Corund II. 678.
Culmination, des Mondes I. 248.
Culmination, obere I. 251.
— —, untere I. 251.
Culminationszeit I. 250.
Culminatorium I. 247.
Cykloide I. 177, 303.
Cylinder, aufsteigender I. 157.

D

Dammerde II. 673.
Dämmerungskreis I. 252.
Dämpfe, Verhältnifs ihrer Dichte zur Eigenwärme II. 665.
Dampf I. 51.
Dampfbäder II. 664.
Dampfbarometer II. 665.
Dampfbläschen I. 274. II. 688.
Dampfbleiche I. 363.
Dampfküche II. 664.
Dampfmaschine I. 274, 363. II. 664.
Dämpfmesser II. 664.
Dampfschiffe II. 664.
Dampfwagen II. 664.
Dauer, des Tages unter verschied. Zonen I. 256.
Dehnkraft I. 56.
Dehnungsmesser I. 335.
Declination, magnetische I. 440.
Declinatorium I. 440.
Demant I. 420, 436. II. 133, 678.
Demetrium II. 191.
Destillation I. 273.
— —, durch Blasebälge I. 362.
— —, in verdünnter Luft I. 362.
Destillation, trockne II. 256.
— —, trockne; Erzeugnisse ders. II. 256.
Destiliiren II. 644.
Detonationen I. 362.
Diabetes I. 370.
Diakustik II. 354.
Diagonalkraft I. 114.
Diagonalmaschine I. 115.
Diaphanometer II. 119.
Diastimeter II. 548.
Dichte, der Gase I. 280.

Dichte der Weltkörper I. 215.
— der Weltkörperatmosphären I. 261.
Dichte, des Erdkerns I. 197.
Dichtigkeit I. 64.
— —, comperative I. 65.
— —, mittlere I. 65.
— —, scheinbare I. 72.
— —, Verhältnifs derselb. zur chem. Wirksamkeit II. 297.
Dichtigkeit, wahre I. 72.
Differentialthermometer II. 558.
Diffraction, des Lichtes II. 436.
Dimensionen I. 60.
Dinge, I. 53.
Dioptrik II. 398.
Distanzmesser, galvanischer II. 156.
Domit II. 680.
Doppelring, des Saturnus I. 225.
Doppelspath II. 513.
Doppelsterne I. 263.
Doppeltsehen II. 411.
Drachen, fliegender I. 511.
Drachenkopf I. 227.
Drachenschwanz I. 227.
Drehwaage I. 412, 473, 504.
Drosometer I. 390.
Druck I. 108.
—, der Flüssigen I. 268.
—, der Luft im Verhältnifs zur chem. Wirks. II. 185.
Druck, der Tropfbaren I. 283.
—, einseitiger I. 108.
—, gegenseitiger I. 108.
Druesenfunction II. 339.
Dualismus I. 73.
Dungsalz II. 240.
Dunstbildung I. 272.
Dunstkreis I. 276.
Duplicator, electrischer I. 499.
Durchdringung I. 77.
— —, mechanische II. 183.
Durchgangsfernrohr I. 247.
Durchgänge, des Merkur und der Venus I. 227, 236
Durchsichtigkeit, Natur derselb. II. 434.
Durchsichtigkeit, erzeugt durch Electrisiren II. 627.

E

Ebbe I. 192.
Ebene, schiefe I. 164, 166.
Ecliptik I. 227, 253.
Echo II. 369.
Edda I. 27.
Educte I. 79.
Efflorescenz I. 398.
Eigengewicht, des verschieden gewässerten Weingeist's I. 312.
Eigenwicht, des Wassers von verschied. Temp. I. 313, 323.
Eigenschaften I. 18, 54.
Eigenschwere I. 65, 312.
Eigenthümliches, der Veränderungen I. 25.
Eigenwärme II. 572, 578.
— —, Verhältnifs ders. z. d. stöchiometr. Werthen II. 583.
Einleibung I. 75, 85.
Einsaugung I. 398.
Einschalttag, I. 254.
Einschattige I. 258.
Einsicht, in die Natur der Dinge I. 19.
Eintauchen I. 327.
Eintauchtiefe der Schiffe, entsprechend ihrer Belastung I. 328, 329.
Einung I. 77. II. 182.
Einungs-Wechselbestimmung II. 184.
Einwirkung I 54.
Einzelwesen I. 76.
Eisen II. 190.
—, dessen grofses Leuchtvermögen II. 628.
Eisen, dessen merkwürdige galv. Ladung II. 628.
Eisexplosionen II. 641.
Eiskanonen II. 641.
Eis, künstliches I. 362. II. 567, 616.
Eis, führt Felsblöcke fort II. 679.
Elasticität II. 111, 119 — 127.
— —, absolute I. 279.
— —, ausdehnende I. 127.
— —, der Gallerte I. 128.
— —, der Gase I. 128.
— —, des Schleims I. 128.
— —, specifische I. 279.
— — zusammenziehende I. 127.
Elasticitätserhöhung, durch Electricität I. 364.
Elasticitätserhöhung durch Wärme I. 364.
Elasticitätsmesser I. 333.
Electricität I. 75, 129, 235, 456, 478, 481, 482, 502, 518.

Electricität, chem. Wirk. ders. I. 494, 506.
Electricität, Einflufs ders. auf Pendelschwing. I. 181.
Electricität, Elasticität ders. II. 627.
— —, Erregung ders. I. 457, 463, 503, 519.
Electricität, freie der Luft u. der Erde I. 570.
Electricität, galvanische, Zerleg. ders. II. 628.
Electricität, Geschwindigkeit ders. I. 509.
Electricität, Masse ders. I. 267, 504.
Electricität, mitgetheilte I. 464.
— —, negative I. 480.
— —, positive I. 480.
— —, stralend riechbare II. 627.
Electricitäts-Erregung, Verhältnifs ders. z. stöchiometr. Werth I. 503.
Electricitätsträger, beständiger I. 495.
Electricitäts-Verhältnifs zur Wärme II. 627.
Electricität, thierische I. 514, 517.
— —, Verbreitung ders. in der verdünnt. Luft I. 361.
Electricität, Wirk. ders. innerhalb der Leiter I. 465.
Electricität, vindicirende I. 487.
Electrisirmaschine I. 465, 468.
Electrisirung I. 482.
Electrochemie II. 313.
Electrogen I. 458.
Electrometeore I. 571.
Electrometer, verschiedene Arten ders. I. 471, 513. II. 96.
Electromotor II. 1.
Electrophor I. 495.
— —, doppelter I. 497.
Electroskop I. 471. II. 146.
Elementarwelt I. 299.
Elemente, chemische I. 80. II. 189.
Elevation, des Gestirns I. 252.
Elevationswinkel I. 152, 153.
Ellipse I. 35, 97.
Emaille II. 221.
Embryonen, Schutz ders. im Mutterleibe I. 286.
Endgeschwindigkeit, fallender Körper I. 146.
Entflammen, electrisches I. 477. II. 109.
Entglasung II. 221.
Epakten I. 223.
Erdbeben I. 511. II. 679.
Erde, als electrischer Magnet I. 454.
Erden II. 192.
—, alkalische II. 192.
—, metallartige II. 192.
Erdenweite I. 231.
Erde, scheinbare Gröfse ders. I. 220.
Erdferne I. 222.
Erdfinsternifs I. 227.
Erdkugeln, künstliche I. 246.
Erdmagnetismus I. 53, 447.
Erdnähe I. 222.
Erfahrungen I. 17.
Ergänzungsfarben II. 531.
Erglühungen, galvanische II. 100, 136.
Erhebungswinkel I. 153.
Erklärungsarten, verschiedene I. 19.
Erregbarkeit II. 336.
Erregung, galvanische I. 514. II. 1, 7.
Erscheinungen I. 18, 54.
— —, electrische I. 458.
— —, optische II. 408.
Ercheinungsgegend, der Planeten I. 219.
Erschütterungskreis I. 492.
Ethik I. 29.
Eudiometer II. 234.
Excentricität I. 209.
Excretion II. 339.
Expansibilität I. 53.
Expansivkraft I. 56.
Experimentalphysik I. 47.
Experimente I. 17.
Extraction II. 212.

F

Fäulnifs II. 271.
Fall, freier I. 138, 140.
Fallgewalt, Gröfse ders. I. 150.
Fallhöhe I. 145.
Fall, in verdünnter Luft I. 358.
Fallraum, der Weltkörper (in einer Sekunde) I. 182.
Fallraum, Messung dess. I. 145.
Fallschirm I. 364.

Fall, verlangsamter I. 140.
Fallzeit, Messung ders. I. 145.
Familien I. 20.
Farbenbild, prismatisches I. 35. II. 457.
Farbenbild, prismatisches, verschiedener Lichtarten II. 508.
Farben, beständige; Entsteh. ders. II. 469, 471.
Farben, chemische; Bedeut. ders. II. 473.
Farben, complementaire II. 463.
— —, der Gluth II. 472.
— —, dünnen Blättch. II. 472, 491.
Farben, Dunkelung derselb. II. 463.
Farben, gemischte II. 457.
—, Hellung ders. II. 463.
— -Lehre, v. Goethische II. 478.
Farblosigkeit, Entsteh. ders. II. 500.
Farbenmesser II. 534.
Farben, musikal. Verhältn. ders. II. 464.
Farben, physiologische II. 547.
—, polare II. 463.
Farbenringe II. 492.
Farben, Unabhängigkeit ders. von dem chem. Werth II. 497.
Farben-Versuche, v. Göthische II. 465.
Farben-Zerstreuung II. 457.
— — —, polaris. Lichtes II. 530.
Farbstralen, Einflufs ders. II. 632.
— —, Natur ders. II. 488.
Federwaage I. 160.
Fernwirkung, galvanische II. 129, 156.
Fernröhre, farbenlose I. 37.
Festigkeit, respective I. 408.
Feuchtmesser I. 386.
Feuchtzieher I. 386.
— —, stöchiometrisches Wirkungsverhältnifs ders. II. 213.
Feuchtziehungsgröfse, Bestimmung ders. I. 390.
Feuer der Phosphoren II. 612.
Feuerentbindung, durch oxydirtes Wasser II. 626.
Feuerentbindung, stibiumsaurer Salze II. 629.
Feuer, hebt die Verpuffung auf II. 629.
Feuerkugeln II. 571.
Feuerspritze I. 362.
Feuerzeuge, galvanische II. 51.
— —, pneumatische I. 364.
Figuration I. 60.
Figuren, entoptische II. 537, 538.
— —, Lichtenbergische I. 480, 495. II. 97, 102.
Figuren, regelmäfsige; Gefallen daran nach Kepler II. 388.
Finsternifs, deren Einflufs II. 631.
Fixstern-Bewegung I. 233.
Fixsterne, deren Licht I. 228.
— — — scheinbare Gröfse I. 228.
Fixsterne, erster etc. Gröfse I. 220.
Flächenkräfte I. 76.
Flächenziehung I. 85.
Flamme, Entstehung ders. II. 258, 259, 262, 266.
Flamme, Färbung ders. II. 273.
— —, Lichtvermehrung ders. II. 630.
Flamme, Saugung ders. I. 350.
Flaschenzug I. 110, 161, 165.
Fliehkraft der Erde I. 189.
Flötzgebirge II. 673.
Fluorin II. 190.
Flüsse (Fluores) II. 645.
Flüssiges I. 50, 51.
— —, leuchtendes der Nebelsterne I. 234.
Flüssigkeit, zum chemischen Wirken nothwendig II. 186.
Flugmaschine I. 352.
Flugzeit I. 152.
Fluidität, electrische I. 465.
Fluidum, electrisches I. 458.
Flufssäure, Aetzkraft ders. II. 240.
Flufsspath, Vorkommen dess. II. 677.
Fluth I. 192.
Fluthen, grofse Vorzeit II. 678.
Form, der Tropfen 379.
Formationen II. 675, 679.
Fraterna caritas I. 369.
Friction I. 109.
Frictionsräder I. 111.
Frostpunkt II. 555.
— —, der Säuren II. 649.
Frühlingsnachtgleichenpunkt I. 253, 254.
Funke, electrischer I. 459.

Funke, electrischer; innerhalb verschied. Gase I. 474.
Funke, galvanischer, dessen Arten II. 98.
Fufspunkt I. 248.

G

Gabro. Gebirgsart II. 674.
Gährung, Arten und Natur ders. II. 270.
Gänge, Entstehung derselb. II. 674, 675.
Gallertbildung I. 187. II. 682.
Galvanismus I. 36, 513, 516.
— —, Isolation dess. II. 361.
— —, reduc. Wirk. dess. II. 124.
Gangart II. 674.
Gas I. 51, 115, 133, 275.
Gasbeleuchtung II. 268.
Gase, Eigengewicht ders. I. 318.
—, brennbare, in ihre Endzündlichkeit erhöhte II. 264.
Gase, Ineinanderverbreitung ders. II. 278.
Gase, Northmoorès Vers. mit comprimirten I. 364.
Gase, Schallleitung ders. II. 359, 363.
Gase, Strömungsgeschwindigkeit derselb. I. 377.
Gase, Wärmezerstreuungsvermögen ders. II. 264.
Gas, kohlensaures, als Bewegungsmittel I. 165.
Gasometer I. 370.
Gasverschluckung II. 320.
Gattungen I. 20.
Gebilde, organische I. 82.
Gebirge, aufgeschwemmtes II. 673.
Gebirgsarten, gegenseitige Vertretung ders. II. 677.
Gebirgslager, Arten ders. II. 673, 674, 679.
Gebirgsmassen, magnetische I. 421.
— —, speudovulkanische II. 679.
Gebirgsmassen, vulcanische II. 679.
Gebirgsschichten, Wechsel ders. II. 673.
Gebläse I. 376.
Gegendruck der Tropfbaren I. 299.
Gegenkräfte I. 2, 3.
Gegensatz I. 107.
Gegensatz, electrischer der Verbrennenden II. 228.
Gegensatz, electrochemischer II. 203.
Gegenschein, des Mondes I. 222.
Gegenstand, der Geschichte der Natur I. 25.
Gegenthätigkeit I. 15, 49.
Gegenwärtiges, Gegenstand der Naturbeschreibung I. 25.
Gegenwinde I. 377.
Gegenwirkung I. 34, 54, 106.
Gehör-Organ II. 350.
Geisfufs, der Maurer I. 160.
Geistkräfte I. 3, 107.
Geistlehre I. 24.
Gemeingefühl, dreifache Verschiedenheit dess. II. 13.
Gemeinsames, der Veränderungen I. 25.
Gemeinwesen I. 79, 189.
Gemisch, Natur dess. II. 296.
Geognosie, Spuren derselben I. 27.
Geographie, meteorologische I. 257.
Gerbestoff II. 224.
Gerinnen I. 187.
Geschichte der Natur II. 21, 667.
— — der Physik I. 26, 29, 39.
Gesetz, boylisches I. 277.
—, mariottisches I. 277.
—, der Weltkörperbewegung I. 203.
Gesichtskreis I. 247.
Geschmeidigkeit I. 410.
Geschwindigkeit I. 89.
— — —, des fliefsend. Wassers I. 290.
Geschwindigkeit, Verminderung derselb. I. 279.
Gestalt, äussere I. 60.
— —, der Tropfen I. 300.
— —, innere I. 60.
Gestaltung, organische der Vorzeit II. 669.
Gestaltung, der Einzelwesen II. 68.
Gesteinbildung, künstliche II. 687.
Gewicht, absolutes I. 65.
— —, relatives I. 168.
— —, respectives I. 168, 304.
— —, specifisches I. 65.
Gewitter I. 511.
Gewöhnung, Gesetz ders. II. 346.
Gewordenes I. 25.
Glaidine II. 281.

Glas II. 221.
—, achromatisches II. 459.
Glaselectricität I. 480.
Glasflüsse II. 221.
Glasmalerei. Arten ders. II. 485.
Glastropfen I. 112, 409.
Glasuren II. 221.
Gleichgewicht, bewegliches der Temperaturen II. 600.
Gleichgewicht, der Naturkräfte I. 16.
Gleicher I. 248.
Glimmerschiefer II. 674.
Glühen, Arten dess. II. 399.
Glycinerde II. 193.
Glycium II. 191.
Gneus II. 674.
Gnomonik I. 249.
Gold II. 190.
Goldnadeln, magnetische I. 419.
Goniometer I. 249.
Grade, der Abstofsung I. 77.
— — Anziehung I. 77.
Granit II. 674.
Grauwacke II. 676.
Grünstein II. 674.
Grundgebirge II. 673.
Grundfarben II. 457.
Grundkräfte I. 56, 74.
Grundsätze I. 21.
— —, zur Berechn. der Weltkörperentfern. I. 236.
Gyps, als Gebirgsart II. 674.
Grundstoffe I. 38. 80. II. 179, 296.
— —, Eintheil. ders. nach ihren Grundgestalten II. 299.
Grundstoffe, Verhalten ders. zum Magnetism. I. 449.
Grundwärme II. 562.
Grundwasser I. 297.
Grund, zureichender I. 53.

H

Haarröchen I. 391, 393, 395.
Haarsterne I. 237.
Härte I. 111, 408.
Härten, das I. 410, 411.
— —, der Metallgemische I. 311.
Hahn, der Pumpe I. 350.
Halbkugeln, magdeburgische I. 360.
Halbleiter, electrische I. 461.
Halogon II. 190.
Handspritze I. 349, 362.
Hangendes, der Gänge II. 674.
Harzelectricität I. 480.
Hauptgegenden I. 249.
Hauptleiter, electrische I. 465.
Hebebaum, I. 160, 165.
Hebel, Arten und Gesetze dess. I. 158, 160.
Hebel, Reib. dess. 110.
Hebelade I. 165.
Heber, Arten und Wirkung dess. I. 289, 360, 367, 368, 370.
Heberbarometer I. 336.
Hefe II. 283.
—, als Electromotor II. 16.
Heitzung, mit Dampf, heisser Luft etc. II. 595.
Helenenfeuer I. 511.
Heliotrop, Messungsinstrument II. 422.
Heliostat II. 422, 549.
Herbstnachtgleichenpunkte I. 253.
Heronsball I. 359.
Heronsbrunnen I. 359.
Hesphor II. 190.
Himmelskugel I. 250, 251.
Himmelsbläue II. 467, 499.
Hinabgleiten I. 167.
Hinabrollen I. 166.
Hitze, der Blüthen II. 570.
Höhe, der Gestirne I. 252.
Höhen, gemessene I. 346. II. 6.
Höhenkreis I. 251.
Höhenmessung, Arten ders. I. 199, 242, 346. II. 659.
Hören, Natur dess. II. 351.
Hörrohr II. 352.
Hodometer I. 157.
Hohlkreisel I. 103.
Holzkohle, magnetische I. 420.
Holzsäure, Reinigkeit ders. II. 269.
Horizont I. 247, 248.
Horizontalebene I. 142, 247.
Horizontalkreis I. 247.
Horizontalpendel II. 156.
Horn, Alexander des Grofsen II. 373.
Hornfels II. 674.
Hornsilber II. 43, 665.
Hufeisen, magnetisches I. 429.
Hungerquellen I. 370.
Hyacintherde II. 193.
Hydräolus I. 369.
Hydrate, Bildung ders. II. 209, 210.
— —, geognost. Vorkommen derselb. II. 677.
Hydraulik I. 116, 291.
Hydrodynamik I. 116, 291.

Hydrogen ll, 190, 192.
Hydrogenmetalle ll. 110.
Hydrometer l. 115, 305.
Hydrostatik l. 116, 290.
Hyetometer l. 390.
Hygrometer l. 386, 387, 389.
Hygroskop l. 386.
Hyperbel l. 98.
Hypothese l. 19.
— —, Franklinische, über die Electric., Beurtheil. derselb. l. 508.
Hyperoxyde ll. 110, 245.

I

Iacobsstraſse l. 230.
Iahreszeiten l. 257.
Iahr, platonisches l. 263, 451.
Identitätslehre l. 59.
Imponderabilien l. 76.
Inclination, der Magnetnadel l. 441.
Indifferenz, einiger Gemische ll. 317.
Indifferenzpunkt, magnetischer l. 427.
Ineinanderwirken l. 24.
Inflexion, des Lichtes ll. 436.
Infusorien ll. 283, 669.
Instrumente, harttönende ll. 377.
Intervall ll. 384.
Iod ll. 190, 254.
Iridium ll. 191.
Irrlichter l. 511.
Irrsterne l. 201.
Isolation, electrische l. 459.
Isolirschemel l. 470.

K

Kälte, Erregung ders. l. 362. ll. 551, 553, 567.
Kälte, Sinneseindruck ders. ll. 551, 570.
Kälte, zerstörende Wirk. ders. ll. 628.
Kaleidoskop ll. 427.
Kali ll. 192.
Kalium ll. 191.
Kalk ll. 193.
Kalkschlotten l. 369.
Kalksteinformation ll. 677.
Kalkstein, körniger ll. 674.
Kalk, als Verbesserer des Schieſspulvers ll. 633.
Kampfer, Sieden dess. ll. 660.
Katacustik ll. 354.
Katoptrik ll. 398.
Kegel, ansteigender l. 157.
Keil l. 109, 165.
Keinerleiheit, chemisrhe ll. 196.
Kennwerth l. 48.
Kennzeichen l. 48.
Kette, galvanische; 16 Arten ders. ll. 13.
Kette, galvanische, einfache ll. 10, 18.
Kette, galvanische, total geschlossene ll. 10.
Kette, galvanische, ununterbrochene ll. 23.
Kette, galvanische, unterbrochene ll. 46.
Kette, galvanische, verstärkte (nach Fontana) ll. 20.
Kette, galvanische, zusammengesetzte ll. 75.
Kieselerde ll. 193.
Kieselfeuchtigkeit ll. 221.
Kieselschiefer ll. 674.
Kircher's Brunnen l. 350.
— — Heber l. 270.
Klang ll. 355.
Klangfiguren ll. 381.
Klebrigkeit, der Flüssigen l. 282, 381, 384.
Kleist's Flasche l. 489.
Klepsydra l. 348.
Klingstein ll. 680.
Knallluftgebläse ll. 238, 264.
Knallmetalle ll. 222.
Knallpulver l. 362. ll. 222.
Knistern, galvanisches ll. 130.
Knoten der Mondbahn l. 237.
Knotenlinie l 237.
Kobalt ll. 191.
— —, Magnetisirung dess. durch Electricität l. 419.
Kobalt-Nadeln, magnetische l. 419.
Körper l. 53. 83.
Körperchen, kleinste l. 70.
Körper, electris.; Verhalt. ders. in der Leere l 501.
Körper, fallender; abweichende Richt. dess l. 141.
Körper, mathematischer l. 59.
Körper, schief geworfener l. 215.

Kohle, Arten ders. 224.
Kohlenoxyd II. 236, 258.
Kohlenphosphor-Wasserstoffgas II. 258.
Kohlensandstein II. 677.
Kohlensäure, galv. Bild. ders. II. 104.
Kohlensäure, unvollkommene II. 236.
Kohlenstoff II. 190, 677.
Kohlenstoffmetalle II. 219.
Kohle, Wirk. ders. I. 129. II. 224.
Kometen (s. Cometen) I. 219, 237, 241, 250.
Konglomerate II. 677.
Konglutinate II. 677.
Korkfische I. 372.
Kräfte, Arten ders. I. 107.
Kraft, abstofsende I. 56.
—, anziehende I. 56.
—, electrische; deren Ab- und Zunahme I. 474.
Kraft, resultirende I. 114.
—, Wesen ders. I. 1, 55.
Krämerwaage I. 160.
Krankheit, Natur ders. II. 346.
Kreide, als Gebirgsmasse II. 677.
Kreis, ältere Eintheil. dess. II. 389.
Kreislinie I. 97.
Kreisstrich, magnetischer I. 422.
Kreuzung, galvanische der Salzbestandtheile II. 138.
Krystallbildung, Arten, Bedingungen und Natur ders. I. 187. II. 644, 682, 684, 685.
Krystalle, Entstaltung ders. II. 686.
Krystallformen, Arten ders. I. 37. II. 686.
Krystnllformen, mathematisch chemischer Zusammenhang ders. II. 687.
Krystalllinse II. 545.
Krystallisation I. 75, 85, 187.
Krystallisations-Dehnung II. 641.
Krystallmagnetismus I. 130, 449. II. 553, 684.
Kunde I. 7.
Kunst I. 5.
Kunstwörter I. 47.
Kupfer II. 190.
Kupferschiefergebirge II. 674.
Kurzsichtigkeit II. 546.
Kyanometer II. 419.

L

Ladungssäule II. 143.
Länge, der Gestirne I. 253.
—, der Sonne I. 254.
—, des Sekundenpendels I. 181.
Längenmaafs I. 61.
Längenuhren I. 249.
Lage I. 87.
Lagerstätten, besondere II. 674.
Lampenmikroskop II. 549.
Lampe ohne Flamme II. 263.
Lampenscheine II. 430.
Landtromben I. 511.
Lauge, Iaveltische II. 240.
Laugensalze II. 192.
Laven II. 679.
Leben, erster Quell aller Mannichfaltigkeit II. 670.
Leben, geistiges II. 343.
—, sensorielles II. 343.
—, vegetatives II. 343.
Lebenskräfte I. 3.
Leere, Kleistische I. 463.
—, Torrizellische I. 331.
Legierungen II. 217.
Lehrbuch der Physik, deutsches ältestes I. 32.
Lehrsätze I. 22.
Leidener Flaschs I. 489.
Leidenfrost's Versuche II. 41, 604.
Leiter, electrische; Arten ders. I. 461, 466, 468.
Leiter, galvanische; Arten u. Klassen ders. I. 8, 11, 18, 25.
Leitung, electrische I. 459.
— —, galvanische; Gesetze ders. II. 2.
Leitung, magnetische I. 435.
Leitungsreihe, der Metalle I. 462.
Lenkungskräfte I. 88.
Leuchten, ausschliefsentliches des + E II. 627.
Leuchten, der Kohle II. 629.
— —, des Goldes durch Luftzug II. 629.
Leuchten, electrisches I. 476.
— — im Auge II. 391, 405.
Leuchtstein II. 232, 403.
Liberation, des Mondes I. 226.
Licht, als Electromotor II. 16, 62.
—, Abirrung dess. II. 414.
—, Bindung dess. II. 265.
—, Brechung dess. durch zweiaxige Blättch. II. 535.

Licht, Dauer s. Eindrucks II. 416.
—, eigenes der Planeten I. 221.
—, Einfluſs auf Organismen II. 632.
Licht, Erregung dess. II. 399.
—, Fortpflanz. dess. II. 399.
—, Geschwindigkeit dess. II. 413, 414.
Licht, Hypothesen über dessen Natur I. 75, 129, 135. II. 347, 393, 460, 487.
Licht, Intensität dess. II. 406, 417.
— - Magnete II. 232.
— - mechanische Gewalt dess. II. 416.
Licht-Nebel, der Cometen I. 242.
—, polarisirtes II. 520, 523, 533.
—, röthliches der Nebelflecken I. 234.
Licht, röthliches des Mars I. 219.
—, Sauerstoffentbind. dess. II. 241.
Lichtstoff II. 185.
Licht, stöchiometrischer Werth dess. II. 625.
Lichtstralen, Verhältn. dess. zu einander II. 413.
Lichtunschwere I. 200.
Lichtwärme, stralende II. 421.
Licht, Wahrnehmung dess. II. 399.
Lichtwechsel, der Planetenatmosph. I. 217.
Lichtwechsel, des Mondes I. 222.
Licht, Wirkung dess. II. 524.
Lichtzone I. 230.
Liegende, das (der Gänge) II. 674.
Linie, lothrechte I. 142.
—, krumme I. 35.
Linsengläser II. 452.
Literatur der Physik I. 40, 46.
Lithion II. 193.
Lockerheit I. 64.
Lockerheit I. 64.
Loch des Mondes, angebl. I. 219.
Lösung I. 86. II. 182, 207.
Löthrohr II. 648.
Logik I. 29.
Lupen s. Linsengläser.
Luft, als Bewegungsmittel I. 165.
—, atmosphärische; Zerleg. ders. II. 233.
Luftballon I. 364, 365.
Luftbild, gefärbtes II. 433.
Luftdruck, Einfluſs dess. auf Meeres- und Seefluthen I. 369.
Luftdruck, Gröſse dess. I. 323.
Luftmaschine, Arten ders. I. 359.
Luftpresse I. 285, 353.
Luftpumpe I. 351, 357.
Luftreisen I. 364.
Luftspiegelung II. 449.
Luftwiderstand I. 371.
Luftzünder II. 128.
Luftzug I. 377.

M

Maaſssystem I. 66.
Mächtigkeit, der Gänge II. 674.
Maelstrom I. 196.
Magazin, magnetisches I. 429.
Magnesium II. 191.
Magnet, Abstammung s. Benennung I. 421.
Magnet, armirter I. 429.
— —, dessen Stärke: Bestimmung I. 427.
Magnet, elektrischer I. 488.
— —, galvanisches Verhältn. dess. II. 16.
Magnete, künstliche I. 421.
— —. natürliche I. 420.
— —, transversale II. 172.
— —, Verhältn. ders. z. Electricität I. 502.
Magnetismus I. 75, 416.
— — —, angebl. d. galv. Säule II. 131.
Magnetismus, der Organismen I. 434.
— — —, der Weltkörper I. 450.
— — —, des Lichts II. 508.
— — —, des Schlieſsungsdrathes II. 164.
Magnetismus, Einfluſs dess. auf d. Pendel I. 180.
Magnetismus, electrochemischsr II. 158.
Magnetismus, Geschwindigkeit dess. I. 509, 510.
Magnetismus, thierischer I. 425.
— — —, Verhältniſs dess. zum Chemismus I. 418, 423, 455.
Magnetismus, Verhältniſs dess. zum Organismus I. 455.
Magnetismus, Verhältniſs dess. zur Cohärenz I. 415.
Magnetismus, Verhältniſs dess. zur Electricität I. 449, 455, 514.

Magnetismus, Verhältnifs dess. zur Wärme l. 423, 455.
Magnetnadeln l. 422.
— — —, aus Eisenoxydul I. 423.
Magnetnadeln, deren Abweichungs-Erklärung l. 450, 452, 454.
Magnetnadeln, deren Verhältnifs zum Barometerstand l. 453.
Magnetometer l. 430, 442.
Magnium ll. 191.
Mandelstein ll. 677.
Mangan ll. 191.
— —, angeblich magnetisches l. 420.
Manometer l. 332.
Maschinen, einfache I. 164.
— —, zusammengesetzte l. 164.
Maskaret l. 196.
Masse l. 63.
Massenatome l. 62.
Massenverhältnifs der Weltkörper l. 200.
Mathematik l. 27, 47.
Materie l. 53.
— —, schwermachende l. 144.
Mauerquadrant l. 247.
Maximum der Dampfdichte ll. 662, 663.
Mechanik l. 116.
Mechanismus l. 74, 77.
— — —, beim Stehen etc. l. 157.
Meerwasser, Gefrieren dess. ll. 639.
Megaskop ll. 549.
Menak ll. 191.
Mensch, Verhältnifs dess. zur Natur l. 1.
Mergel ll. 676.
Mergelschiefer, bituminöser ll. 677.
Meridian, erster l. 246.
— —, magnetischer l. 437.
— —, oberer l. 248.
— —, unterer l. 248.
Merkmale l. 48.
Merkur, das ll. 190.
— —, Gefrieren dess. ll. 562.
— —, laufendes, als Bewegungsmittel l. 165.
Merkur, leichtfliefsendes ll. 115.
— —, zähfliefsendes ll. 115, 630.
Messing, galvanisch erzeugtes ll. 110, 111, 128.
Messing, magnetisches l. 419.
Metalle; als Electromotor ll. 16.
Metallauflös., galv. Zersetz. ders. ll. 109.
Metallbäume ll 29.
Metallbrillen ll. 547.
Metalle, deren Adhäsion l. 383.
— —, deren galvanische Fällung, Herstellung ll. 29, 45. 47, 136.
Metalle, deren galv. Schmelzung ll. 133.
Metalle, deren galv. Verbrennung ll. 98.
Metalle, deren galv. Zersplitterung ll. 134.
Metalle, deren Hydrogenirung l. 29.
Metallgemisch, merkwürdiges l. 411.
Metallgeruch, galvan. ll. 130.
Metallisirungen, der Alkalien etc. ll. 122.
Metalloide ll. 190.
— —, als Electromotore ll. 16.
Metallsalze, deren Vorkommen ll. 675.
Metallspathe ll. 301.
Metallspiegel ll 429.
Metall-Vorkommen ll. 675.
Metaphysik l. 24
Meteore, electrische l. 510.
Meteorsteine l. 219, 449, 511, 680.
Mikroelectrometer l. 498.
Mikrometer ll 549.
Milchstrafse l 230.
Milchwaage l 305.
Milz, Aehnlichkeit ders. mit der Struct. d. electr. Fische ll. 70.
Minarets, schwankende l. 157.
Mineralalkali ll 192.
Minerva, ein angebl Planet l. 454.
Minuselectricität l. 480
Mischbarkeit, Erhöhung ders. durch Electricit. ll 298.
Mischung l. 75, 182.
— —, Arten ders. ll. 205.
Mischungen, kaltmachende ll. 568.
— — —, salzähnliche ll. 192.
Mischungskunst ll 180.
Mischungslehre ll. 180.
Mitklingen ll. 367.
Mittag, als Himmelsgegend l. 248.
Mittagskreis l. 248.
Mittagslinie l. 247.
Mittel, bewegtes l. 105.
—, freies l. 103.
Mittelgebirge ll. 673, 675.

Mittelkraft I. 114.
Mittel, leeres I. 103.
Mittelpunkt der Schwingung I. 178.
— — — Tragkraft I. 326.
— — des Magnets I. 487.
Mittel, ruhendes I. 105.
Mittelsalze II. 192.
Mittel, Widerstand leistendes I. 103.
Mitternacht, als Himmelsgegend I. 248.
Mittheilung, electrische I. 464, 490.
Mitverflüchtigung II. 660.
Modernes, in Bezieh. auf Geschichte I. 28.
Molybdän II. 191.
Moment, chemisches II. 198.
— —, der Bewegung I. 92.
— —, statisches I. 158.
Monat I. 222.
Mond, angeblicher der Venus I. 228.
Mondbahn, deren Gröſse I. 223.
Mondberge I. 218.
Mondbrüche I. 222.
Monde, des Jupiter, Saturn und Uranus I. 223, 224.
Mondfinsternisse I. 219, 227.
Mondgegenziehung, deren Einfluſs I. 198.
Mondjahr I. 222.
Mondkugel, deren Gröſse I. 223.
Mondlicht I. 218.
Mondphasen I. 222.
Mondumlauf I. 221.
Morgen, als Himmelsgegend I. 248.
Morgenstern I. 219.
Muschelkalk II. 677.
Musik, älteste Kunst I. 27.

N

Nachtbogen I. 248.
Nachtgleichen I. 253.
Nachtsehen II. 547.
Nagelflue II. 676, 678.
Naphten II. 285, 288.
Natron II. 192.
Natronium II. 191.
Natürlich I. 11.
Natur I. 2, 11, 19. II. 338.
Naturbeschreibung I. 20, 54.
Naturgesetze I. 47.
Natur-Entwickelung, Gesetz ders. II. 669.
Naturkunde I. 7.
Naturlehre I. 21, 54.
Naturphilosophie I. 7, 71.
Naturstudium, Wichtigkeit dess. I. 15.
Naturtriebe I. 74.
Naturwissenschaft I. 23.
Nebelbildung I. 274.
Nebelflecken I. 231, 234.
Nebelsterne I. 231, 234.
Nebelsterne, abgeplattete I. 234.
— —, unauflösliche I. 234.
Nebensicht I. 237. II. 421.
Neigungen des Lichts, leicht durchzustralen II. 503.
Neigungscompaſs I. 441, 443.
Neigungsnadel s. Neigungscompaſs.
Nerven II. 343.
Nester, als Gebirgstheile II. 674.
Netzhaut II. 545.
Neumond I. 222, 226.
Neutralität, chemische II. 198.
Neutralsalze II. 192.
Nickel II. 191.
Nieren, als Gebirgstheil II. 674.
Nitricum II. 135.
Niveau I. 302, 324.
Nonius I. 333.
Norden, wahrer I. 249.
Nordlicht I. 449, 511.
Nordpol I. 248.
Normalkraft I. 97.
Null, absolutes des Thermometers II. 559.
Nutation I. 263.

O

Oberfläche der Weltkörper I. 217.
Obergebirge II. 673.
Objecte, aplanatische II. 477.
Observatorium I. 250.
Ocean, dessen Bewegung I. 192.
Oelkrug der Wittwe I. 348.
Ohr des Dionysius II. 374.
Ombrometer I. 390.
Operationen, chemische II. 184.
— —, mechanische II. 184.
Operngucker II. 427.
Opposition des Mondes I. 222.
Optik II. 398.
Ordnung, electrochemische der Grundstoffe II. 315.
Organe, II. 339.

Organe, erster Gegensatz derselb. II. 669.
Organischfestes II. 683.
Organismen, der Vorzeit II. 678.
— — —. Entwickelungsstufen ders. II. 689.
Organismen, Wesen derselb. I. 74, 75, 77. II. 338.
Orkane I. 511.
Ort, Arten dess. I 87. II. 412.
Orte, ohne Abweichung I. 440.
Ortsveränderung I. 87.
Oscillationen, galvan. d. Merkur II. 111.
Ocillisationsgesetz, galvan. II. 18.
Oscillisationslibelle I. 513. II. 156.
Oscilliren, der schallenden Körper I. 135.
Osmium II. 191.
Osten I. 248.
Ostpunkt, wahrer I. 249.
Otacustik II. 354.
Oxalsäure II. 236.
Oxychlorsäure II. 240.
Oxydationsprocefs, als angebl. Beding. des Galvanism. II. 24, 37.
Oxyde, Arten ders. II. 269.
Oxygen II. 190.
Oxymeter II. 234.

P

Palladium II. 191.
Panzer, des Magnets I. 429.
Papinianischer Topf II. 662.
Parabel I. 35, 99.
Parallaxe I. 228. II. 421.
Parallelkreise I. 248, 250.
Parallelogram der Kräfte I. 113.
Pascals Kammer I. 351.
Passageinsrument I. 247.
Passevin I. 300.
Pendel, Arten und Gesetze dess. I. 172.
Pendel, einfaches I. 174.
— —, electrisches II. 150, 154.
Pendellänge, als Grundmaafs I. 183.
Pendel, magnetisches I. 180, 437.
— —, mathematisches I. 174.
— —, rostförmiges I. 188. II. 654.
— —-Schwingungen I. 136, 173, 187, 370.
— —-Uhren I. 182, 183.
Pendel-Versuche, Campetti's, Ritter's, Schäfer's u. A. I. 181, 517.
Pendel, zusammengesetztes I. 174, 180.
Periodicität I. 63.
— — —, des Barometerstandes I. 343.
Periodicität, galvanische II. 111.
Perpetuum mobile, galvanisches I. 146.
Perpetuum mobile, magnetisches I. 425.
Perspective II. 425.
Perspectivkasten II. 426.
Pflanzenarten, Zahl ders. II. 689.
Pflanzenfamilien. Entwickelungsstufen ders. II. 688.
Pflanzen, galvanische Versuche mit dens. II. 72.
Pflanzenwärme, Gesetz ders. II. 631.
Phänomen I. 18.
Philosophie, Geschichte ders. I. 7.
Phlogiston I. 189.
— —, negative Schwere dess. 199.
Phonik II. 353.
Phosphor II. 190.
Phosphoren, Wärmung derselb. II. 570.
Phosphorescenz II. 230, 400, 402, 404, 629.
Phosphorlebern II. 220.
Phosphormetalle II. 219.
Phosphor, schwarzer I. 411. II. 502.
Phosphor, Verbrennen dess. II. 236.
— —, Wasserstoff II. 220, 242.
Photogenium II 188.
Photometeore II. 542.
Photometrie II 415, 417.
Physik I. 21, 29.
— —, spekulative I. 46.
Physiologie I. 21.
Pigmente II 462.
— —, galv. Vers. mit dens. II. 38, 39.
Pigmentum nigrum, Kohlenstoff dess II. 341.
Pila Heronis I. 359.
Planeten I. 201, 203.
Planetenbahn, deren Neigung I. 264.
Planetenlicht, dessen Stärke I. 218.
Planetoiden I. 217.

Platin II. 190, 266.
Pluselectricität I. 430.
Polarisation des Lichtes I. 38. II. 508, 528.
Polarisation des Lichtes, beständigte II. 508.
Polarisation des Lichtes, bewegliche II. 528.
Polarisation des Lichtes, deren Axe II. 526.
Polarisation des Lichtes, deren Winkel II. 522.
Polarisation des Lichtes, durch Brechung II. 507.
Polarisation des Lichtes, durch Spiegelung II. 519.
Polarisation des Lichtes, Fresnel's Vers. darüber II. 529.
Polarisation des Lichtes, Störung ders. II. 525.
Polarisirung, chemische II. 173.
— — —, magnetische II. 115.
— — —, transversale II. 172.
Polarität, der Erde, doppelte II. 173.
Polarität, electrochemische II. 319.
— —, magnetische I. 417.
— —, specifische der Grundstoffe II. 318.
Polarstern I. 220, 229, 249.
Pole, der Ekliptik I. 253.
— — galv. Säule; deren Wirkungen auf die Sinnesorgane II. 94.
Pole, des Horizont's I. 248.
—, des Magnets I. 430, 433.
—, galvanische; Umkehrung ders. II. 18.
Polhöhe I. 252.
Polemoskop II. 548.
Ponderabilien, Umwandel. ders. in stralende Potenzen II. 613.
Porphyr, als Gebirgsmasse II. 674, 677.
Porosität I. 70, 357.
Porzellanjaspis II. 680.
Porzellan, Reaumurisches II. 221.
Potassium II. 191.
Potenzen, der Maschinen I. 164.
— —, stralende I. 76.
Princip, gestaltendes; Verhältnifs dess. zum Chemismus II. 187.
Procefs, chemischer II. 179.
— —, galvanischer II. 9.
Procefs, organischer I. 75. II. 335.
— —, physischer I. 74.
Producte I. 79.
Proportionen, chemische II. 308.
Psychologie I. 24.
Pulshammer I. 366. II. 661.
Punct, culminirendes I. 428.
Puncte, glänzende des Mondes I. 219.
Pupille, Erweiterung ders. durch Belladonna II. 547.
Puppen, als Gebirgstheile II. 674.
Purzelmann, chinesischer I. 157.
Pulvergas, als Bewegungsmittel II. 165.
Pulver, Eigengewichtsbestimmung ders. I. 315.
Pyrometer II. 556.
Pyrophore II. 128, 630.

Q

Quadersandstein II. 677.
Quadrant I. 250.
Qualitäten der Materien I. 78.
— —, chemische II. 254.
Quarzfels II. 674.
Quecksilber II 190.
— — —-Höhe I. 335.
— — —-Stand I. 335.
Quellen, das I. 385.
— —, heifse; Alter ders. II. 678.
— — —; auf Island I. 363.
— — —; Entstehung ders. II. 611.
Quellen, kalte; II. 678.
Quickbreie II. 217.

R

Rabdomantie I. 517.
Rad, an der Welle I. 110, 165.
Radlinie I. 177, 303.
Rad, mit Getriebe I. 165.
Räucherungen, saure II. 234.
Rauch, Aufsteigen und Bildung dess. I. 115, 272.
Rauhigkeit, Einflufs ders. auf Adhäsion I. 385.
Raumatome I. 61, 82.
Raum, Beschaffenheit dess. I. 60.
—, Gröfse dess. I. 60.
Räume, leere I. 59, 70, 323.
Raummaafs I. 249.
Raumwesen I. 53.

Reaction, electrische nach Biot I. 506.
Reagentien I. 81.
Real's Presse I. 284, 289.
Receptivität II. 337.
Reflexion des Lichtes I. 35. II. 422.
Regel, die Natur zu studiren I. 16.
Reibung I. 109.
Reibungsmesser I. 110.
Reibzeug, electrisches I. 466.
Reiche, der Natur I. 20.
Reifbedeckung des Mondes I. 226.
Reisebarometer I. 337.
Reifsbley I. 111.
Reizbarkeit II. 337.
Reize, der Organismen II. 337.
Reproductionstrieb II. 345.
Repulsivkraft I. 56, 73.
Residuum, electrisches I. 493.
Resonanz II. 371.
Rettungsboot I. 328.
Rheinspiegel, Höhe dess. I. 297.
Rhodium II. 191.
Riesenharfe II. 388.
Ring des Saturnus I. 219, 225.
— — Uranus I. 225.
Ringgebirge des Mondes I. 218.
Ringkugel I. 254.
Röhre, Torricellische I. 331, 347.
Rolle, Arten derselb. I. 110, 161, 165.
Rolllampe I. 157.
Rollzüge I. 165.
Rosenpapier, als Reagens II. 40.
Rotationskette, Ermansche II. 174.
Rückdruck I. 298.
Rückschlag, electrischer I. 512.
— —, galvanischer II. 69.
Rückstand, electrischer I. 493, 500.
Ruhe, Arten ders. I. 87, 91.
Ruhepunkt, magnetischer I. 428.
Rufsdendriten, galvanische II. 103.

S

Saalband (der Gänge) II. 674.
Sätze I. 21.
Sättigungspunkt, magnetischer I. 426.
Säule, galvanische; Arten derselb. II. 75.
Säule, galvanische; Vers. mit ders. II. 87, 145.
Säule, trockne; Arten und Wirk. ders. I. 518. II. 145, 148, 149, 153.
Säule, Volta'sche II. 75.
—, Zamboni'sche; s. S. trockne.
Säuerung, Stufen ders. II. 269.
Säuren, Begriffsbestimmung ders. II. 204.
Säuren, organische II. 275.
— —, tabellarische Uebers. ders. II. 243.
Sage, über die Veränderungen der Venus I. 199.
Saiten, klingende; Gesetze derselb. II. 385.
Salpeterbildung, beschleunigte II. 633.
Salpeterfras II. 224.
Salpetergas, oxydirtes II. 241.
Salze, erdige II. 192.
—, galvan. Zersetzung ders. II. 119.
Salze, metallische II. 192.
—, vollkommene II. 192.
Salzsäure, angebl. Erzeugung ders. II. 118.
Salzsäure, oxygenirte II. 239.
Salzspindel I. 305.
Salzwaage I. 305.
Sanct-Elmsfeuer I. 511.
Sand, bunter II. 677.
—, lockerer II. 678.
Sandstein II. 677.
Saphirium II. 191.
Satelliten I. 221.
Sauerseyn, Entsteh. dess. II. 319.
Sauerstoff II. 190.
Sauerstoffgas, Entdeckungen dess. II. 243.
Sauerstoffwasser I. 358. II. 633.
Saugen I. 350.
Saugpumpen I. 350.
Schall I. 135, 137.
— —, als Electromotor II. 17.
— —, Arten dess. II. 366.
— —, Geschwindigkeit desselb. II. 356.
Schall, Gesetze dess. II. 354.
— —, in verdünnter Luft II. 358.
— — - Leitung, verschiedene II. 359.
Schall, mitgetheilter II. 365.
— —, Stärke dess. I. 115, 136, 137. II. 360.
Schall-Stralen II. 356.

Schall-Versuche, Benzenberg's u. Biot's I. 136.
Schall, Wahrnehmung dess. I. 137. II. 348.
Schall, Zurückwerf. dess. II. 369.
Schatten, Arten und Gesetze dess. II. 541.
Schatten, gefärbte II. 466.
Scheel-Metall II. 191.
Scheidekunst II. 180.
Scheitelkreis I. 252.
Scheitelpunkt I. 248.
Schenk's Presse I. 285, 289.
Schiefe der Ekliptik I. 261.
Schieferthon II. 676.
— —, gebrandter II. 680.
Schielen II. 411.
Schiefspulver I. 31, 362. II. 223.
Schiffsbelastung, Schätzung ders. I. 329.
Schiffscompafs I. 157, 440.
Schiffsruder I. 160.
Schlacken, vulcanische II. 679.
Schlag, electrisch-kalter I. 512.
Schlagweite, electrische I. 469.
Schliefsung, vollkommene der galv. Ketten II. 10, 131.
Schliefsungsdrath, electrisch-magnetischer II. 162.
Schlüsse I. 22.
Schmelzbares I. 51. II. 645.
Schmelzbarkeits-Bestimmung II. 645.
Schmelzgrade verschied. Materien II. 646.
Schmelzung I. 128. II. 644.
Schmelzungen, galvanische II. 100.
Schmelzung, unter starkem Druck II. 646
Schneelinie II. 561.
Schnellwaage I. 160.
Scholastiker I. 31.
Schrauben, Arten und Wirk. ders. I. 109, 164.
Schwämmchen, auf Schnee II. 688.
Schwanken der Erdaxe I. 262.
— —, des Mondes I. 226.
Schwarz Entstehung dess. II. 500.
Schwarzkohle II. 676.
Schwefel II. 190.
Schwefelblausäure II. 223.
Schwefelkohlenstoff II. 269.
Schwefellebern II. 218, 220.
Schwefellebern, als Electromotore II. 16.
Schwefelmetalle II. 219.
— — —, als Electromotore II. 16.
Schwefelmetalloxydule II. 16.
Schwefelsäure, Erzeugung derselb. II. 241.
Schwefelsäure, Gehalt ders. I. 311.
Schwefelstaubfigur., electrische I. 509.
Schwefelwasserstoff II. 218, 220.
Schwefelweinsäuren II. 285
Schweif, der Cometen I. 242.
Schwere I. 75, 138.
— —, eigenthümliche I. 65.
— —, Gesetze ders. I. 191.
— —, respective I. 168.
— —, specifische I. 65, 170.
— —, Wirk. ders. auf Einzelwesen I. 265.
Schwerpunkt, der Schwimmenden I. 327.
Schwerpunkt, Gesetze dess. I. 154, 158.
Schwerpunkt, Lage dess. I. 154, 158.
Schwerte, der Boote I. 327.
Schwimmen I. 105, 324.
— — — der Fische I. 115.
— — — der Luftballons I. 328.
— — —, der Nebelbläschen I. 328.
Schwinden der Kreide II. 654.
— —, des Thons II. 652, 654.
Schwingen I. 135.
Schwingungen, der Metalldräthe I. 412.
Schwingungen, einfache I. 173.
— — —, isochronische I. 173.
— — —, magnetische I. 439.
— — —, tautochronische I. 173.
Schwingungen, untergeordnete II. 383.
Schwingungen, zusammengesetzte I. 173.
Schwingungsbogen I. 176. II. 376.
Schwingungsgattungen II. 378.
Schwingungsknoten II. 374.
Schwingungszeit I. 173, 174.
Schwungkraft des Mondes I. 207.
Schwungmaschine, Vers. mit ders. I. 101.
Scorpion-Gestirn I. 231.

Secretion II. 339.
Secundenpendel, wahres I. 179.
Seebeutel, galv. Commotion dess. II. 65.
Seeuhren I. 249.
Sehen II. 391, 407, 412.
Sehwinkel II. 409.
Seifen, alkalische II. 223.
Seihpumpen, Arten ders. I. 285, 358.
Seitenbewegung I. 114.
Seitenkräfte I. 114.
Selbstgestaltung, der Organismen II. 335, 688.
Selbsthätigkeit, Möglichkeit ders. I. 15.
Selen II. 190.
Selensäure II. 241.
Senkwaagen I. 305, 306.
Sextant II. 549.
Sicherheitslampe II. 264.
Siderismus I. 517. II. 158.
— —, durch Reibungswärme II. 565.
Siderismus, Versuche über dens. 161, 174.
Siebengestirn I. 229.
Sieden I. 272. II. 657, 658.
— —, gefahrloses in verschlossenen Gefäfsen II. 662.
Siedepunct, Aenderung dess. durch d. Gefäfse, Salze etc. II. 660.
Siedepunct, Bestimmung dess. II. 658.
Siedepuncte, Tafel ders. II. 659.
Sienit II. 674.
Silber II. 190.
Silicium II. 192.
Siliciumsäure II. 193.
Silvan II. 191.
Sinnesgegenstände I. 12, 53.
Sinne, Wesen ders. I. 12.
Sirius I. 231.
Soda II. 192.
Sodium II. 191.
Sommerpunct I. 254.
Sonnenbahn I. 253.
Sonnenfackeln I. 244.
Sonnenferne I. 255.
Sonnenfinsternifs I. 226.
— — —, ringförmige I. 227.
Sonnenflecken I. 255.
Sonnengegenziehung, Einflufs ders. I. 198.
Sonnengröfse I. 235.
Sonnenjahr I. 222, 254.
Sonnenmikroskop II. 549.
Sonnennähe I. 255.
Sonnenstralen, Verhalt. ders. zur Electr. I. 502.
Sonnenstillstandspunkt I. 254.
Sonnentafeln I. 255.
Sonnentag I. 251.
Sonnenuhr I. 249.
Sonnenwende I. 253.
Sonnenzeit I. 251.
Soole, Eigengewicht und Gehalt ders. I. 309, 310.
Soolwaage I. 305.
Spannung I. 77, 331.
— —, der Gase I. 278, 280.
— —, electrische; Erhöhung ders. II. 97.
Spannung, galvanische II. 4.
Spannungsmaximum, der Dämpfe II. 643.
Spannungsreihe, electrische I. 484.
Spiegel, ebene II. 426.
Spiegelkasten II. 427.
Spiegel, krummflächige II. 430.
Spiegelung, Gesetze ders. II. 422.
Spiegelzimmer II. 427.
Spiefsglanz II. 191.
Spindeln I. 306.
Spiralfeder, Schwingen ders. I. 122.
Spiralpumpe I. 290.
Spitzen, deren electr. Wirk. I. 468, 471.
Sprachgewölbe II. 373.
Sprachrohr II. 372.
Springbrunnen I. 289.
— — —, hydrostatischer I. 369.
Springfluth I. 193.
Sprödigkeit I. 410.
Spur, schwärzl. d. electr. Funken I. 494. II. 502.
Staarbrillen II. 545.
Staar, grauer II. 547.
—, grüner II. 547.
—, schwarzer II. 547.
Stätigkeit I. 71, 84.
Stalactiten II. 680.
Starres I. 51, 133.
— —, Zusammendrückbarkeit desselb. I, 115.
Starrheit I. 50.
Statik I. 116.

Staub, Schwimmen dess. I. 373.
Stechheber I. 347.
Steine, durch den Blitz magnetisirte I. 420.
Sternbilder I. 229.
Sterndiadem I. 230.
Sterngesetzkunde 209, 265.
Sternengürtel I. 230.
Sternkarten I. 230.
Sternkugeln I. 230.
Sternschnuppen I. 511.
Sterntag I. 250, 251.
Sternwarte I. 230.
Sternzeit I. 251.
Stibium II. 191.
Stikgas II. 136, 232.
— —, oxydirtes II. 241.
Stikstoff II. 190.
Stöchiometrie, Geschichte und Gesetze ders. II. 292, 302.
Stöcke (als Gebirgstheil) II. 674.
Stöhrungen, der Erde I. 195.
— —, des Mondes I. 223.
Stoff I. 80.
Stoffe, Arten ders. II. 281.
—, Eigengewicht derselb. I. 320, 322.
Stofs, Arten dess. I. 111, 112.
—, der Luft I. 298, 375.
—, des Wassers I. 298, 374.
Stofsheber I. 289, 370.
Stofs, unsichtbarer angebl. Stoffe I. 205.
Stralende I. 59.
Stralenbrechung, astronomische I. 236. II. 441.
Stralenbrechung, doppelte II. 507, 512.
Stralenbrechung, einfache I. 31. II. 439.
Stralen, polarisirte, deren Eigenschaften II. 522.
Stralen, unsichtbare neben dem Spectr. II. 484.
Stralen, violette; deren magnetische Wirk. I. 417.
Stralung, Gesetze ders. 126, 137.
Stralverengung der Flüssigen I. 294.
Streckbarkeit I. 410.
Streichen der Gänge II. 679.
Streifen (die angebl. „Schwingungsknoten") des Spectrums II. 480.
Strömungen des Meeres I. 197.
Strontium II. 191.
Strontian II. 193.
Structur I. 60.
Stückgebirge I. 674.
Stunden I. 249.
Stundenkreise I. 249.
Stundenwinkel I. 249.
Sublimation II. 274.
Sublimiren II. 644.
Substanzen I. 53.
Süden, wahrer I. 248, 249.
Südlichter I. 511.
Südpol I. 248.
Suroxyde II. 28.
Synthesis, chemische I. 79.
System I. 20.
— —, antiphlogistisches II. 227.
— —, atomistisches I. 71.
— —, der Chemischwirksamen II. 182.
System, dualistisches des Rob. Symmer 481.
System, dynamisches I. 72.

T

Tabascheer, merkwürdiges Verhalten dess. II. 486.
Tafel, der Dichten, Massen und Sonnenabstände der Planeten I. 260.
Tafel, der Expansivkräfte des Wasserdunstes II. 643, 658.
Tafel, der mittleren Entfernungen der Planeten, ihrer Bahnen und Umlaufszeiten I. 258, 259.
Tafel, der Sonnen- und Planeten-Gröfsen I. 260.
Tafel, der Wasserdichte bei verschiedenen Temperat. II. 639.
Tag der ersten Bewegung I. 250.
Tagesbogen I. 248.
Tageskreis I. 248.
Tangentialkraft I. 97.
Tantalin II. 315.
Tantalum II. 191.
Tantalus, künstl. I. 370.
Tastsinn I. 13.
Tatmans I. 411.
Taucherglocke I. 329.
Taucher, cartesianischer I. 362.
Tautochronische Linie I. 178.
Telegraph, electrischer II. 132.
Teleskope II. 549.
Tellur II. 191.

Tellur-Wasserstoff, galvanisch erzeugt II. 125.
Temperamentenglas II. 661.
Temperatur II. 553.
— —, der Soole II. 632.
— —, des fruchttragenden Bodens II. 633.
Temperatur, mittlere II. 561, 563.
— —, Veränderung ders. im Verhältnifs zur Luftdichte I. 361.
Temperatur, Verhältnifs ders. zum Drucke II. 597.
Temperatur-Sinn I. 13.
Terminologie I. 48.
Terrellen I. 441.
Thätigkeit I. 53.
Thau, Entstehen dess. II. 515.
Theilganze I. 53, 82.
Theilung, mechanische I. 83.
Theorem, Melanderhielmisches I. 215.
Theorie I. 19, 22.
Thermometer II. 554, 558.
Thermometeore II. 665.
Thermometerskalen II. 557.
Thermometer, galvanisirtes II. 99.
Thermoxygen II. 630.
Thierarten, Zahl ders. II. 689.
Thierentwickelungsstufen II. 680, 688.
Thierkreis I. 254, 258.
Thierleib, galvanische Verschiedenheit desselb. vom Pflanzenleibe I. 515.
Thierwärme II. 631.
Thon, als Gebirgstheil II. 678.
Thonerde II. 193.
Thonschiefer II. 674.
Thonstein II. 676.
Thorinerde I. 193.
Thorinum I 191.
Thürme, schiefe I. 157.
Tinte, schwarze II. 223.
Titan II. 191.
Todtliegendes II. 677.
Töne, deren Entstehen und Gesetze II. 355, 367, 384.
Tonne, magische I. 359.
Topf, Papianianischer I. 274, 362.
Torf II. 678.
Trabanten I. 201, 221.
Trachit II. 680.
Trägheit I. 2, 34, 92.
Trappformation II. 677.
Trappgebirgsmasse II. 679.
Trapp-Porphyre II. 680.
Traubenhaut, des Auges II. 545.
Tretrad I. 165.
Tretschreibe I. 165.
Tribometer I. 110.
Trieb I. 15.
Tropfbares, dessen Entstehen und Beschaffenheit I. 51, 115, 133, 268, 281.
Tropfbares, dessen Schalleitung II. 360.
Tropfbares, erster und zweiter Klasse II. 657.
Tropfbares, nicht siedendes II. 660.
Turmalin I. 484, 486, 488. II. 18.

U

Uebergangsgebirge II. 673.
Uhren, electrische II. 150.
—, magnetische I. 425.
Umlaufsgeschwindigkeit der Weltkörper I. 182.
Umlaufszeit, synodische I. 222.
Umschattige I. 258.
Unbestand der Dinge I. 49.
Undurchdringlichkeit I. 55, 63.
Undulation I. 304.
Unnatürlich I. 11.
Unschattige I. 258.
Unsperrbarkeit, der Gase I. 77.
Untergang der Sonne I. 248.
Untergrund II. 678.
Unverdrängbarkeit I. 63.
Uran II. 191.
Uranfänge II. 189.
Urfelsbildung, Gesetz ders. II. 668.
Urflüssiges II. 667.
Urgebirge II. 673.
Ursache I. 53, 54.
Urschall II. 369.
Urspathe II. 301.
Urstoffe II. 189.

V

Vacuum disseminatum I. 70.
— —, Leidner I. 463.
Variation, magnetische I. 470.
Vena contracta I. 294.
Ventil I. 350.
Ventilator I. 377.

Veränderung der Bewegung I. 54.
— — — der Dinge, Natur ders. I. 55.
Verbindungen, galvanisch chemische, der Wasserbestandtheile mit anderen Stoffen II. 27.
Verbrennen der Stahlspähne II. 631.
— — — des Stibium in Chlor II. 632.
Verbrennen, Erklärung dess. nach Berzelius II. 316.
Verbrennen, flammenloses II. 265.
Verbrennung II. 225, 261.
Verbrennungswärme, Gesetz ders. II. 580.
Verbrennungswärme, Menge ders. II 129.
Verdichtung. durch Erkalten II. 640.
Verdünnung durch Erkalten II. 648.
— — — durch Erwärmung II. 555.
Verdünnung durch Umschwung I. 103.
Verdunsten des Eises II. 641.
Verdunstung durch Electricität II. 626.
Verdunstung, durch Sieden II. 655.
— — —, freiwillige II. 655.
Verfinsterungen der Planeten und ihrer Trabanten I. 219.
Verfinsterungen der Venus I. 227.
— — — des Merkur I. 227.
Vergangenes, Gegenstand der Geschichte d. Natur I. 25.
Vergasung im lufterfüllten Raume II. 657.
Vergasung, in der Leere II. 656.
Verhältniſs der Gase zu den Tropfbaren und Starren I. 330, 370.
Verhältniſs, psychisches II. 336.
Verhalten, galvanisches, der Organismen II. 53—61.
Verhalten, der Tropfbaren zu den Starren I. 302.
Verkörperung, als magnetisches Phänomen I. 455.
Verlöschen brennender Materien, in verdünnter Luft I. 361.
Verminderung der Schwere I. 189, 197.
Vermögen I. 55.
Vernier I. 333.
Verstärkungsflasche, electr. I. 489.
Versteinerungen II. 673.
Versuche I. 17.
— —, Amsterdammer I. 465, 494, 507. II. 107.
Versuche, galvanisch bedingte, sog. chemische II. 44
Versuche, galvanische, bei hohen Temperaturen II 43.
Vertheilung, chemische II. 109.
— — —, electrische I. 473, 478, 488, 490, 508.
Vertheilung, magnetische I. 435.
— — —, organische II. 337.
Verticalpendel, Zamboni's II. 153.
Verwandtschaft, chemische I. 37, 85. II. 182, 193.
Verwandschaft, abgeleitete II. 199.
— — —, anneigende II. 201.
— — —, disponirende I. 387. II. 200.
Verwandschaft, neuerzeugende II. 200.
Verwandschafts-Tafeln II. 201.
Verwandtschaft, verbindende II. 187.
— — —, vorbereitende II. 200, 201.
Verwesung I. 84. II. 271.
Verwitterung I. 84.
Verzeichnisse von Fixsternen I. 229.
Vesten, die I. 53, 63.
Vexierbecher I. 370.
Viertel, des Mondes I. 222.
Viertelskreise I. 250.
Vitriolöl, eisartiges und Metalle II. 630.
Vollerde I. 220.
Vollmond I. 222.
Volumen I. 64.
Vorrücken der Nachtgleichen I. 262.

W

Waage I. 162, 165.
— —, hydrostatische I. 305.
— —, magnetische I. 427.
— —, römische I. 160.
Wärme I. 129, 135. II. 347, 551, 552.
Wärme-Ableitung II. 596.
— —-Absorption durch Licht II. 605.
Wärme, ändert angeblich die Gewichtigkeit der Materien II. 531.

Wärme, als chemische Potenz II. 617, 625.
Wärme, als Electromotor II. 16.
— —, als Gegner der Anzieh. I. 106.
Wärme, als Reizmittel II. 634.
Wärme - Anziehung II. 608.
— — - Arten (complementäre und subjective) II. 607.
Wärme, Aufsteigen ders. in der Leere II 595.
Wärme, ausser dem Roth des Spectrums II. 463, 530, 561.
Wärme - Ausstralung II. 588, 600, 608.
Wärme, bei der galv. Wasserzersetzung II. 122.
Wärme - Bindung II. 566, 578, 584, 591, 612, 622.
Wärme - Brechung II. 607.
— —, comparative II. 507.
— — - Condensation II. 609, 613.
— —, der Lungen II. 570.
— —, durch chemische Einung II. 565.
Wärme, durch Electricität II. 565.
— — — Mischen gleichartiger Subst. II. 583.
Wärme, durch Reiben II. 564.
— — - Durchstralen der Tropfbaren II. 590.
Wärme - Durchstralen des Glases II. 605.
Wärme, durch Weifslicht II. 560.
— —, dunkele II. 552.
— — - Erregung II. 551, 553.
— — - Fassungsfähigkeit, wachsende II. 581.
Wärme - Innenleitung II. 587, 590.
— —, latente II. 566.
— — - Leitung II. 582, 584, 595.
— — - leuchtende II. 421, 552.
— — - Maafs, einzig richtiges II. 620.
Wärme - Mengen der Schmelzenden II. 651.
Wärme - Mittheilung II. 567, 570.
— — - Polarisirung II. 522, 607.
— —, relative II. 573.
— — - Verbreitung in der Leere I. 361. II. 593.
Wärme, Verhältnifs derselb. zur Schwere I. 200. II. 622.
Wärme - Versuche, problematische II. 626.
Wärme - Wägung, angebl. II. 531, 621.
Wärme - Wechsel, durch Schall II. 565.
Wärme, specifische II. 572.
— — - Spectrum II. 607.
— — - Spitzenströhmung II. 605.
— —, Störer des Lebensgleichgewichts II. 632.
Wärmestoff I. 188.
Wärme, stralende II. 597, 603.
— —, thierische II. 237.
Wärmungsvermögen des Farblichts II. 483.
Wagenaxen, stählerne I. 100.
Wahlverwandtshaft, doppelte II. 196.
Wahlverwandtschaft, einfache II. 196.
Wahlverwandschaft, electrochemische II. 320.
Wahrnehmung I. 17.
Wallgebirge, des Mondes I. 218.
Wasser, als Bewegungsmittel I. 165.
Wasser, angebliche Einfachheit dess. II. 107.
Wärme, Antheil dess. an der Krystallisation II. 683.
Wasserbarometer I. 348.
Wasserbedeckung, der Weltkörper II. 217.
Wasserbley II. 191.
Wasserdampf, s. Dampf und Verdampfung.
Wasserdampf, als Bewegungsmittel I. 165.
Wasser, electrische Leitung dess. nach Franklin I. 477.
Wasser, Erzeug. dess. ohne Explosion 242.
Wasser, Fliefsungsgeschwindigkeit dess. II. 115.
Wassergas I. 275.
Wasserhammer II. 348, 366.
Wasser, hydrogenirtes II. 246, 358.
Wasser, ist es einfach? II. 632.
Wasserkreise I. 303.
Wasserkügelchen I. 380.
Wasser, Natur dess. nach Thales I. 29.
Wasser, oxygenirtes II. 245, 633.
Wasserräder I. 165, 290.
Wasser, Schiefsen mit dems. I. 274.

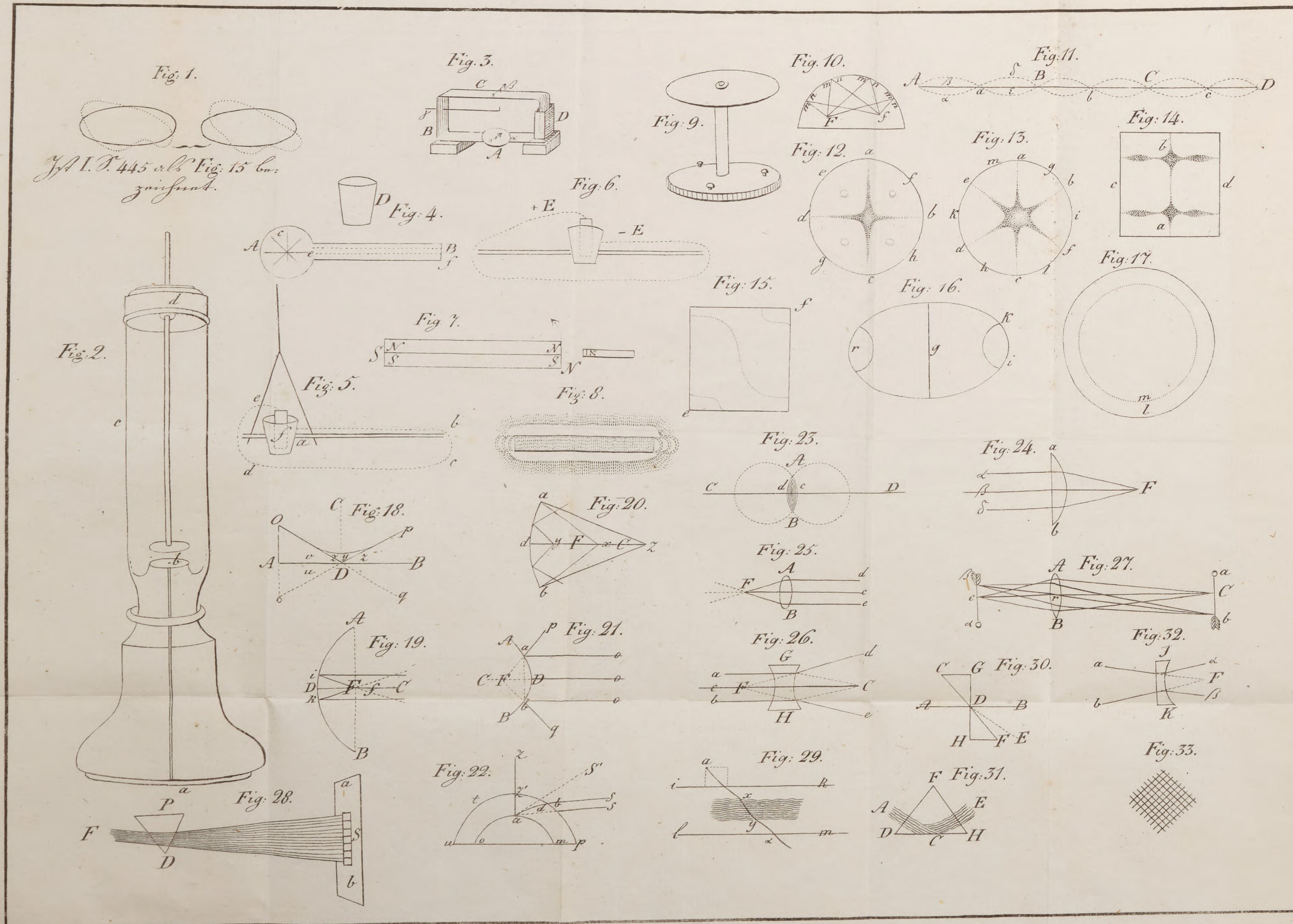
Wasser-Schnecke II. 290.
— —-Spiegel I. 302.
Wasserstoff II. 190.
— — —-Metalle II. 110, 111, 216.
Wassertreten, das I. 372.
Wassertromben I. 511.
Wassertrommel I. 376.
Wasser, Verdampf. dess. d. Electr. I. 478.
Wasserzersetzung, chemische II. 43.
— — —, electrische II. 17.
— — —, galvanische II. 20, 22, 104.
Wasserzersetzung, merkwürdige II. 132.
Wechseldauer I. 63.
Wechsel von Tag und Nacht I. 251.
Weiche, das I. 111.
Weingeist, Alkoholgehalt dess. nach Percenten I. 311, 312.
Weingeist, Bildung dess. II. 272.
— —, Eigengewicht dess. bei verschiedenen Graden der Wässerung I. 309.
Weingeist, galvanische Zersetz. dess. II. 108.
Weinsteinsalz II. 192.
Weifsstein II. 674.
Weite, zweier Sterne I. 252.
Weitsichtigkeit II. 546.
Wellenbewegung I. 304.
Wellenbildung I. 303.
Wellenlinie I. 303.
Wellenstellung I. 304.
Weltgegenden, magnetisch auszumitteln I. 440.
Weltharmonie I. 207.
Weltkörper, Entstehung ders. II. 667.
Weltkörper, nebelartige I. 232.
Weltkugeln, künstliche I. 230.
Weltmagnetismus II. 206.
Weltordnungen I. 201, 202.
Weltpole I. 248.
Wendekreise I. 254.
Werdendes I. 23.
Werkzeuge, optische II. 544.
— —, physikalische I. 18.
Werth, stöchiometrischer II. 323.
— — — — —, dessen Verhältnifs zur Feuchtziehung I. 387.
Westpunkt, wahrer I. 248, 249.
Wetterglas, chemisches I. 388.
Wetterfächer I. 102.
Widder, hydraulischer I. 290.
Wiedernatürlich I. 11.
Wiederstand, der Luft I. 187, 366.
— — —, des Mittels I. 103.
Wilhelmshöhe, Fontaine daselbst I. 289.
Wind I. 376, 377.
—, als Bewegungsmittel I. 165.
Windbüchsen, Arten ders. I. 351, 360, 362.
Windfahnen I. 377.
Windmesser I. 377.
Windproben I. 376.
Windwaagen I. 376.
Winkelgeschwindigkeit I. 91.
Winkelhebel I. 161.
Winkelmesser I. 250.
Winkel, parallactischer I. 421.
Winkelspiegel I. 427.
Winterl, Ansicht dess. II. 119.
Winterpunkt I. 254.
Wirbel, Entstehung dess. I. 297.
Wirksamkeit, chemische I. 182.
Wirkung, Arten und Natur ders. I. 34, 53, 54, 106.
Wirkung, chemische, im Verhältnifs zur Wärme I. 187.
Wirkungsgesetz der galv. Säule II. 140.
Wirkungsgröfse I. 92.
Wirkungskreis, electrischer I. 501.
— — —, magnetischer I. 426.
Wirkungsstärke des Magnets I. 431.
Wifsmuth I. 191.
Witterung, Einflufs ders. auf das Electrisiren I. 469.
Wolfram II. 191.
Wolken, Arten und Entstehung ders. I. 274.
Wolken-Zusammensetzung, als Vorbildner organischer Gestaltung II. 688.
Wünschelruth-Versuche I. 517.
Wunderbar I. 11.
Wurfbewegung I. 150, 154.
Wurfgeschwindigkeit I. 151.
— — — —, der vom Monde geworfenen Körper I. 207.
Wurfhöhe, Messung ders. I. 151.
Wurfweite I. 153.
Wurfzeit I. 151.

Y

Yttererde ll. 193.
Yttrium ll. 191.

Z

Zauberbrunnen l. 348.
Zaubergemählde, electrisches l. 495.
Zauberlaterne ll. 549.
Zauberperspectiv ll. 427.
Zaubertrichter l. 348.
Zechstein ll. 677.
Zeichen, himmlische l 253.
— —, Ordnung ders. l. 253.
Zeit l. 62, 75.
Zeitaufwand, bei der Bewegung l. 106.
Zeithalter l. 250.
Zeitmaafs l. 249.
Zeitrechnung l. 62.
Zellenbildung l. 273.
Zenith l. 248.
Zerfliefsen l. 381, 390, ll. 212.
Zerlegung, der Kräfte l. 114.
— , mechanische l. 82.
Zerreifsen, durch Stofs l. 112.
Zersetzung, chemische l. 78, 180.
— — — —, durch electrische Abstofsung l. 80.
Zersetzung, chemische, durch electrischen Gegenzug l. 82.
Zersetzung, chemische, durch Krystallisation l. 81.
Zersetzung, chemische, durch Licht l. 80.
Zersetzung, chemische, durch Temperaturänderung l. 80.
Zersetzung, chemische, durch trockne Säulen ll. 151.
Ziehung, chemische; Uebereilung ders. l. 300.
Zimbeln l. 411.
Zimom ll. 281.
Zink ll. 191.
Zinksilbernadeln, angeblich magnetische ll. 419.
Zinn ll. 190.
Zirconium ll. 191, 192.
Zirconerde ll. 193.
Zirknitzersee l. 369.
Zischen, vor dem Sieden ll. 657.
Zitteraal ll. 61, 65.
Zittern, der schallenden Körper l. 135.
Zitterrochen ll. 61, 143.
Zitterstachelbauch ll. 61.
Zitterstoff l 458.
Zitterwels l. 61.
Zonen, der Erde l. 256.
—, electrische l. 465.
Zucker, aus Faser, Leim, Stärke etc. ll. 627.
Zündung, electrische ll. 627.
Zufall l. 71.
Zukünftiges, Gegenstand der Naturlehre l. 25.
Zuleiter, electrischer l. 467.
Zusammenhalt, der Materien l. 385, 403.
Zusammenhang, der Krystallinischen l. 415.
Zusammenstofs l. 116 — 127.
Zusammenwirkung, der Stofskräfte l. 114.
Zusammenziehung, der fliefsenden Gase l. 376.
Zusammenziehung, der Oberflächen, der Tropfbaren l. 301.
Zusammenziehung, durch Kälte ll. 553, 617.
Zweischattige l. 258.


Fig: 1.
Ist I. S. 445 als Fig: 15 bezeichnet.
Fig: 2.
Fig. 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig. 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig. 10.
Fig: 11.
Fig: 12.
Fig: 13.
Fig: 14.
Fig: 15.
Fig: 16.
Fig: 17.
Fig: 18.
Fig: 19.
Fig: 20.
Fig: 21.
Fig: 22.
Fig: 23.
Fig: 24.
Fig: 25.
Fig: 26.
Fig: 27.
Fig: 28.
Fig: 29.
Fig: 30.
Fig: 31.
Fig: 32.
Fig: 33.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kastner, Karl Wilhelm Gottlob,

Grundriß der Experimentalphysik

Bd.: 2

(1821)

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.o.39-a(2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763608-5